Erfahrungen mit der heterologen Solcograft-Prothese (Eine klinisch-histologische Studie)

von

Wilhelm Theßeling

1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536504_0025

Aus der II. Chirurgischen Klinik
der Kliniken St. Antonius Wuppertal
Chefarzt: Prof. Dr. med. W. Irmer

ERFAHRUNGEN MIT DER HETEROLOGEN SOLCOGRAFT-PROTHESE (EINE KLINISCH-HISTOLOGISCHE STUDIE)

DISSERTATION

zur

Erlangung des Grades eines Doktors
der Medizin
Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Wilhelm Theßeling

1981

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.: Prof. Dr. Straßburg

Referent
gez.: Prof. Dr. E. Hoffmann

Korreferent
gez.: Priv.-Doz. Dr. Sandmann

Gabi und meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I	Einleitung	1
II	Geschichte des Gefäßersatzes	6
III	Allgemeine Operationsindikationen	11
IV	Arten und Probleme des Gefäßersatzes im femoro-poplitealen Gefäßabschnitt	17
V	Der heterologe Gefäßersatz	
	1. geschichtlicher Überblick	27
	2. Morphologie und immunologische Probleme der Solcograft-Prothese	33
VI	Kasuistik	37
VII	Auswertung des Krankengutes	93
VIII	Technische Komplikationen	97
IX	Histologische Ergebnisse	99
X	Resultate	108
XI	Zusammenfassung	117
XII	Literaturverzeichnis	119

I EINLEITUNG

In den Jahrzehnten nach dem 2. Weltkrieg kam es in den zivilisierten Industrieländern zu einem signifikanten Anstieg chronischer Gefäßerkrankungen. Die Weltgesundheitsorganisation WHO spricht in diesem Zusammenhang von einer der schlimmsten Epidemien in zivilisierten Ländern. Laut Angaben des statistischen Bundesamtes für das Jahr 1976 betrug in der Bundesrepublik der Anteil von Erkrankungen des Kreislaufsystems als Todesursache an der Gesamtzahl der Sterbefälle allein 47 % (83). Die Zahl der mit Gefäßkrankheiten behafteten Personen wird zur Zeit mit einer Zahl von über zwei Millionen angegeben(MÜLLER-WIEFEL) (42). Hinter dieser Zahl verbirgt sich repräsentativ die chronische arterielle Verschlußkrankheit, wobei die Arteriosklerose mit einem Anteil von über 90 % das häufigste Leiden darstellt, das zu einem Verschlußprozeß führt. Zugleich ist dieser durch Stoffwechselstörungen und Deformierungen der Gefäßwand gekennzeichnete Prozeß der Arteriosklerose eine der häufigsten und wichtigsten Erkrankungen des Menschen überhaupt, wie es die Ergebnisse großer Gemeinschaftsstudien (Framingham, Basel) beweisen (81). In der Behandlung dieser Gefäßerkrankung gewann die rekonstruktive Chirurgie der Arterien, also die chirurgische Wiederherstellung von verschlossenen oder verengten Strombahnabschnitten, einen immer größeren Stellenwert.

Ziel einer Therapie ist die Korrektur der Durchblutungsstörung, wobei die Behandlung weitgehend symptomatisch bleiben muß, da die Ursache von Arteriosklerose und Arteriitiden bis heute noch nicht vollständig geklärt sind. Die Gefäßchirurgie kann eine Komplikation der Arteriosklerose beheben, jedoch nicht das Grundleiden verändern. Die Schwerpunkte konservativer Therapie liegen in der möglichst frühzeitigen Erkennung der sogenannten Risikofaktoren, die häufig mit degenerativen Gefäßveränderungen vergesellschaftet sind. Hierzu zählen Stoffwechselstörungen wie Hyperlipidämie, Diabetes mellitus und Gicht, sowie das Vorhandensein einer Hypertension, Adipositas oder eines erhöhten Nikotinkonsums. Vor allem die Kombination von Fettstoffwechselstörung, Hypertonus und Nikotin stellt die stärkste Prädisposition für die chronische arterielle Verschlußkrankheit dar (25,33).

Nach klinischen Statistiken werden Männer etwa viermal häufiger als Frauen betroffen. Sie ist eine generalisierte Erkrankung, die einige Gefäßabschnitte jedoch schwerpunktmäßig befällt. Hauptsächlich manifestiert sie sich an den Koronararterien, im Bereich der Aorta, der Gefäße des Beckens und der unteren Gliedmaßen, sowie seltener in den Viszeralarterien und den Arterien der oberen Gliedmaßen. Etwa ein Drittel solcher Verschlüsse sind im aortoiliakalen Abschnitt und zwei Drittel distal des Leistenbandes lokalisiert, wobei der größere Anteil auf den femoro-poplitealen Abschnitt entfällt (74).

Als Prädilektionsstellen für die Ausbildung von Verengungen und Verschlüssen gelten auf Grund hämodynamischer Ursachen die Aufteilungsstellen, Verzweigungen und Innenkrümmungen der Gefäße. Die Ergebnisse der Baseler Studie (81) bekräftigen die Annahme, daß die arterielle Verschlußkrankheit altersabhängig ist. Diese Reihenuntersuchung von Berufstätigen ergab, daß 1 % der 15- bis 39-jährigen, 2 % der 45- bis 54-jährigen und über 6 % der 55- bis 64-jährigen Personen an einem Gliedmaßenarterienverschluß leiden. Die hohe Sterblichkeitsziffer dieser Erkrankung ist jedoch nicht in den peripheren Durchblutungsstörungen zu suchen, sondern in den meisten Fällen wird sie durch die Manifestation der Grundkrankheit an anderen Organen verursacht. Hier stehen der Myokardinfarkt und der apoplektische Insult im Vordergrund.

Chronisch obliterierende Gefäßerkrankungen im fortgeschrittenen Stadium sind einer konservativ betriebenen Therapie bzw. anderen Maßnahmen gegenüber ziemlich behandlungsresistent, denn ein bereits verschlossenes oder stark stenosiertes Gefäß läßt sich mit vasoaktiven Mitteln oder physikalischen Maßnahmen nicht wiederöffnen. Die Wiederherstellung einer kontinuierlichen Strombahn liegt deshalb zuvorderst in den Händen der Gefäßchirurgie, die heute über eine Vielzahl von operativen Verfahren zur chirurgischen Intervention verfügt und in den beiden letzten Jahrzehnten wegen ihrer zunehmenden Bedeutung einen gewaltigen Aufschwung erlebte (65, 68).

In der modernen Gefäßchirurgie wird eine Rekonstruktion entweder durch Thrombendarteriektomie oder durch die Anlage eines überbrückenden Bypasses bewerkstelligt. Neben der Verwendung von körpereigenen, artgleichen und künstlichen Gefäßprothesen besaß der Einsatz von heterologen Arterientransplantaten beim Überbrückungsverfahren zunächst wegen großer Probleme in der Gewebeverträglichkeit nur eine untergeordnete Bedeutung. 1956 gelang es ROSENBERG (49) durch chemische und physikalische Vorbehandlungsmaßnahmen, übertragungsfähige tierische Gefäße, nämlich Rinderarterien herzustellen, deren anfänglich enttäuschende Ergebnisse durch jahrelange Forschungsarbeit wesentlich verbessert werden konnten.

Hervorzuheben sind hier die Bemühungen einer Schweizerischen Forschungsgruppe um AMGWERD (1) in St. Gallen, die in Zusammenarbeit mit der Solco-Basel AG 1974 eine weiterentwickelte und maßgeblich verbesserte Bioprothese aus den Karotiden von Kälbern vorstellte. Das Herstellungsverfahren lehnt sich an die Methode von ROSENBERG an. Einige wichtige Fertigungsschritte wurden jedoch modifiziert, so daß ihre biologische Wertigkeit unbestritten gesteigert werden konnte.

Inzwischen liegen umfangreiche Beobachtungsstudien über diese Prothese vor, die längsten überschauen bereits einen Zeitraum von 4 bis 5 Jahren. Die folgende Arbeit beschäftigt sich mit klinischen Behandlungsergebnissen dieses

modifizierten, bovinen, arteriellen Heterotransplantats nach der Implantation bei 15 Patienten bevorzugt im femoro-poplitealen Bereich. Einbezogen in eine Gesamtbetrachtung werden auch weitere 21 Patienten, bei denen eine oder mehrere Erweiterungsplastiken aus diesem Material eingesetzt wurden. Zur Verfügung stehen zusätzlich die histologischen Befunde an vier Prothesen nach verschieden langer Implantationsdauer.

II GESCHICHTE DES GEFÄßERSATZES

Schon im späten Mittelalter wird von Versuchen berichtet, Arterien oder Arteriendefekte zu überbrücken. So soll VESALIUS 1542 im Tierexperiment versucht haben, Oberschenkelarterien durch Strohhalme zu ersetzen. Als erster rekonstruktiver Eingriff am Gefäßsystem wird allgemein die Tat HALLOWELL'S im Jahre 1759 betrachtet, als er eine verletzte A. brachialis durch eine seitlich, in Form einer Achtertour geführten Naht versorgte. Dieses Ereignis geriet alsbald in Vergessenheit, bis gegen Ende des vorigen Jahrhunderts der russische Chirurg ECK 1877 in Leningrad erstmals einen portocavalen Shunt mittels einer Seit- zu-Seit-Anastomose durchführte und JASSINOWSKI in Odessa sowie die Franzosen JABOULAY, BRIAND und andere die Nahttechnik im Tierexperiment entwickelten. Die erste End- zu End-Anastomose einer menschlichen Arterie gelang 1897 MURPHY in Chikago. Er resezierte das zerstörte Segment einer Femoralarterie und stülpte danach das proximale Ende in das distale Ende und vernähte die übereinanderliegenden Gefäßanteile. PAYR verwendete 1900 ein Rohr aus Metall, auf das die beiden Enden gezogen und dann aneinander genäht wurden. In dieser Zeit wurden wesentliche Grundlagen unserer modernen Gefäßchirurgie gelegt. Die erste Gefäßtransplantation am Menschen wurde 1906 in Madrid von GOYANES durchgeführt, als er ein Popliteaaneurysma resezierte und den Defekt durch eine in situ belassene V. poplitea als Interponat überbrückte. LEXER glückte 1907 in Königsberg die erste freie autogene Venentrans-

plantation, als er eine oberflächliche Beinvene nach Resektion eines Axillaaneurysmas als Interponat einsetzte. Durch die bahnbrechenden Arbeiten des Franzosen CARRELL erhielt die rekonstruktive Gefäßchirurgie ihre größten Impulse. Er entwickelte die noch heute gültigen Anastomosentechniken und andere operationstechnische Grundlagen. Zusammen mit GUTHRIE beschreibt er als erster die experimentelle Durchführung einer autologen Venentransplantation (9). Er versuchte 1908 im Experiment erstmals die Überpflanzung artspezifischer, aber körperfremder Gefäße; ebenso überprüfte er auch xenogenes, artfremdes Material als Gefäßersatz. 1912 erhielt er in Anerkennung seiner Arbeiten auf dem Gebiet der Organ- und Gefäßtransplantation den Nobelpreis für Medizin (14,47).

Die Gefäßchirurgie wies bis 1940 kaum nennenswerte Neuentwicklungen und Fortschritte auf. Wichtige Entdeckungen auf dem Gebiet der Anästhesie, der Bluttransfusionskunde, der Angiographie und der Antikoagulantienbehandlung waren Voraussetzung des Fortschritts. Moderne Arterienchirurgie wird im großen Umfange erst ermöglicht durch die angiographische Darstellung. Die ersten Arteriographien wurden 1920 von BERBERICH, HIRSCH und von BROOKS 1924 in St. Louis durchgeführt. Die Entdeckung des Heparins 1916 und seine klinische Anwendbarkeit zur Blutgerinnungskontrolle durch MURRAY in Toronto 1940 schufen eine entscheidene Voraussetzung zur Durchführung größerer Eingriffe an arteriellen Gefäßen (47,70).

Von großer praktischer Wichtigkeit für die Gefäßchirurgie war 1947 die Entwicklung der Thrombendarteriektomie (TEA) durch DOS SANTOS und 1949 die erfolgreiche Anwendung der körpereigenen V. saphena magna als femoro-popliteale Umgehungsplastik durch KUNLIN (34). Beide Methoden haben bis heute nichts von ihrer grundlegenden Bedeutung für eine erfolgreiche Gefäßchirurgie verloren.

Kurze Zeit später wurden die Operationsmöglichkeiten durch die Verwendung synthetischer Werkstoffe wie Dacron, Teflon, Nylon und Orlon wesentlich erweitert. Dabei machten 1951 VOORHEES, JARETZKI und BLAKEMOORE (73) die Entdeckung, daß insbesondere poröse alloplastische Materialien weit besser vom Organismus aufgenommen werden, weil die Maschen zwischen den Fasern vom Gewebe des Gastorganismus durchdrungen werden können und sich so eine neue Gefäßwand ausbilden kann, die teils aus dem Gewebe des Organismus besteht. Immer stärkere Aufmerksamkeit wurde solchen Gefäßprothesen gewidmet, die eine hohe Prosität mit entsprechender Dünnwandigkeit besaßen. Es wurden Kombinationen aus Kollagen und Kunstgewebe mit einer Antikoagulantienschicht auf der Innenseite erprobt. Man betrachtete langfristig die verschiedenen Probleme der Strukturumwandlung, der Alterungsprozesse und sonstige pathophysiologische Verhaltensweisen.

Das bis zu Beginn der sechziger Jahre für klein- und großlumige Gefäße bevorzugte Transplantatge-

webe hologen Ursprungs wurde allmählich von technisch verbesserten alloplastischen Prothesen verdrängt. Erwähnenswert ist hier z. B. die von WESOLOWSKI entwickelte Weavenit-Prothese aus feingestricktem Dacron (79). Der homologe Gefäßersatz hatte auf Grund immunologischer Abstoßungsreaktionen, Schrumpfungstendenz, zunehmender Degeneration mit Verkalkung und geringer Verfügbarkeit enttäuscht (48, 71, 78) Die Kunststoffprothesen bewährten sich bei einem Gefäßkaliber von mehr als 8 mm Durchmesser, thrombosierten aber bei einem engeren Lumen von weniger als 8 mm, also im Femoralisbereich, sehr oft. Die Erwartungen an eine Kunststoffprothese mit günstigen Langzeitergebnissen speziell im peripheren Gefäßbereich wurden nicht erfüllt (4, 16, 67).

Mitte der sechziger Jahre vollzog sich eine drastische Abwendung von der Kunststoffprothese als Ersatzgewebe im femoro-poplitealen Bereich. Der autologe Venenbypass und die TEA erhielten vorrangige Bedeutung (10, 39, 68).

Da jedoch bei 25-30 % aller operationsbedürftigen Patienten eine zur Transplantation geeignete V. saphena fehlt und eine immer größer werdende Zahl von Rethrombosierungen bei bereits operierten Patienten ansteht, war man gezwungen, nach brauchbaren Ersatzlösungen zu suchen.

In jüngerer Zeit wurden drei sehr verschiedenartige Prothesen entwickelt, die auf Grund eindrucksvoller Frühergebnisse im peripheren Gefäßreich als Rekonstruktionsverfahren zur Diskussion stehen. Es handelt sich dabei um die GORE-TEX expanded PTFE, die heterologe Solcograft-Prothese und um menschliche homologe Nabelschnurvenen als Transplantatgewebe.Diese Verfahren konkurrieren ohne Langzeitergebnisse miteinander, so daß ein endgültiges Urteil noch aussteht.

III ALLGEMEINE OPERATIONSINDIKATIONEN

Der Anteil der an peripheren Durchblutungsstörungen leidenden Patienten, die einen operationswürdigen Allgemeinzustand bieten, ist relativ gering. In vielen Fällen läßt die kardiale oder pulmonale Verfassung solcher Patienten, ihre fortgeschrittene cerebrale oder koronare Insuffizienz keinen längerwährenden gefäßchirurgischen Eingriff zu. Der Gefäßchirurg findet sich in der mißlichen Lage, erst dann operativ intervenieren zu können, wenn es schon zu ausgeprägten Manifestationen einer Angiopathie gekommen ist. In fast allen Fällen besteht zum Zeitpunkt der Diagnosestellung bereits ein Spätstadium der arteriellen Verschlußkrankheit, weil eine Gefäßstenose erst bei einer Lumeneinengung von mehr als 70 % zu klinisch faßbaren Symptomen führt. Außerdem hat sich bereits während der allmählichen Zunahme der Stenose ein kompensatorischer Kollateralkreislauf entwickelt, der das tatsächliche Ausmaß der Verschlußkrankheit über lange Zeit nicht objektiv beurteilen läßt und auch den Patienten über die Ernsthaftigkeit seiner Erkrankung hinwegtäuscht.
Es hat sich eingebürgert, die verschiedenen Formen der arteriellen Verschlußkrankheit in Abhängigkeit von ihrer Lokalisation in einen Beckentyp, einen Oberschenkeltyp, einen Unterschenkeltyp und einen gemischten Typ zu klassifizieren (74). Nicht selten findet sich ein an-

nähernd symmetrisches Auftreten an beiden Extremitäten. Bei der Beurteilung des Schweregrades von durch arterielle Verschlüsse bedingten Durchblutungsstörungen der Beine bedient man sich einem von FONTAINE eingeführten Schema. Diese Stadieneinteilung gibt keine Auskunft über das Ausmaß einer Stenose oder eines Gefäßverschlusses, sondern beurteilt das Ausmaß der Kompensation eines Verschlußprozesses. Es kann ja z. B. ein Gefäß vollständig verschlossen sein, ohne daß es auf Grund eines ausreichenden Umgehungskreislaufes zu subjektiven Beschwerden kommt.
Im Stadium I ist der arteriosklerotische Patient beschwerdefrei, seine Gehstrecke unbegrenzt, obwohl bereits Stenosierungen vorhanden sein können. Im Stadium II ist die Durchblutung noch ausreichend, bei Belastung erfolgt jedoch eine Einschränkung der Reservedurchblutung, die sich in ischämischen Schmerzen nach einer längeren oder bereits kürzeren Gehstrecke äußert. Im Krankheitsstadium III ist auch die Ruhedurchblutung bereits soweit eingeschränkt, daß ohne Belastung eine Gewebehypoxie vorliegt, die heftige Schmerzen verursacht. Im Stadium IV findet sich bereits eine Nekrose infolge der Ischämie, so daß die Gefahr einer Amputation droht.
Die Auswahl des Gefäßkranken zur Operation und die Wahl der Revaskularisationsmethode bzw. ihr Ausmaß kann nur im Einzelfall entschieden werden. Eine gründliche klinische Untersuchung und Anamneseerhebung in Verbindung mit apparativen Hilfsmitteln wie Oszillometrie und Rheogramm ver-

schafft einen ersten Überblick über das Ausmaß der Verschlußkrankheit. Der direkte Nachweis des pathologischen Gefäßbefundes gelingt am exaktesten durch die Arteriographie. Einschränkend muß jedoch gesagt werden, daß die röntgenologische Diagnostik, in einer Ebene durchgeführt, lediglich Informationen über den Ort der Kalkeinlagerungen gibt. Eine klare Beurteilung der gesamten Gefäßinnenwand hat daher ihre Grenzen. Die Arteriographie gibt jedoch wegen der Bestimmung der Verschlußlokalisation die entscheidenden Hinweise für ein konservatives oder operatives Vorgehen.
Über die Indikationen zur chirurgischen Intervention herrscht heute weitgehend Übereinstimmung. Richtungsweisend ist hierbei die sogenannte "Dreipunkte-Indikation" nach VOLLMAR (70). Sie ist abhängig

1. vom Schweregrad des angiologischen Beschwerdekomplexes anhand der Stadieneinteilung

2. von der lokalen Operabilität auf Grund des angiographischen Befundes sowie

3. der allgemeinen Operabilität, wobei Alter, Risikofaktoren, wie koronare, cerebrale oder renale Insuffizienz ins Kalkül gezogen werden müssen. Sie kann besonders bei älteren Patienten, wo ein transperitonealer Eingriff angestrebt wird, von großer Bedeutung sein.

Alle noch gut kompensierten Verschlüsse sind konservativ zu therapieren. Hier kommt in erster Linie neben einer Pharmakotherapie eine intensive Bewegungstherapie in Frage, um durch eine Erweiterung des Kollateralkreislaufes die periphere Kreislaufreserve zu verbessern und dadurch eine erhöhte Sauerstoffausschöpfung in ischämischen Regionen zu erreichen.
Bei isolierten Verschlüssen in der Becken- oder Oberschenkeletage findet sich in vielen Fällen ein gut ausgebildeter Kollateralkreislauf, so daß ein aktives Einschreiten kaum notwendig wird.
Die Indikationsstellung einer revaskularisierenden Operation ist nach der klinischen Stadieneinteilung ziemlich klar. Sie ist angezeigt bei Durchblutungsstörungen vom Schweregrad II an mit deutlich eingeschränkter Gehstrecke (100-150 m) und nach Ausschöpfung aller Möglichkeiten einer konservativen Therapie. Liegt das Stadium III oder IV vor, so sollte ein rekonstruktiver Eingriff bei genügenden Abflußverhältnissen unbedingt versucht werden, da die Letalität einer Ablatio femoris jenseits des 60. Lebensjahres im Durchschnitt mit 25 bis 28 % angegeben wird (46, 70).

Operationsbedürftige Verschlüsse im Beckenabschnitt werden bevorzugt durch einen extraperitonealen Zugang beseitigt. Bei kurzstreckigen Verschlüssen bedient man sich der TEA, langstreckige Verschlußprozesse lassen sich in Kombination mit einer Desobliteration mittels eines

End-zu-Seit-anastomosierten aorto-femoralen Bypasses aus Dacron überbrücken. In der Literatur steht dieses Bypassverfahren trotz einer Frühletalität von etwa 4,5 % in seiner Wirksamkeit an der Spitze aller gefäßchirurgischer Rekonstruktionen (35, 68). Die Wiederherstellung der aorto-iliakalen Strombahn mit Anschluß an die A. profunda femoris reicht in vielen Fällen zur Abwendung der schlimmsten ischämischen Gewebeschäden an den unteren Akren aus.

Die lokalen Gegebenheiten für einen Eingriff im Bereich des Beckens sind in der Regel relativ günstig, während bei langstreckigen Verschlüssen der Femoralarterie wegen zusätzlicher Verschlüsse in den drei distalen Unterschenkelarterien und dadurch bedingter reduzierter Abflußverhältnisse die Chancen für einen dauerhaften Operationserfolg durch die Implantation eines femoropoplitealen Bypasses nur gering sind. Der Erfolg eines rekonstruktiven Gefäßeingriffes in diesem Gefäßabschnitt steht und fällt mit dem quantitativen Ausmaß des zu- und abführenden Blutvolumens. Die Prognose der femoro-poplitealen Rekonstruktion ist bei drei offenen Unterschenkelartrien sehr gut, bei zwei offenen Arterien noch gut. Bei nur einer Abflußarterie beginnt das mit dem Patienten abzuklärende Wagnis. Wird die Mindestforderung, nämlich eine kontrastgefüllte Arterie bis zum Fuß nicht erfüllt, so ist die restaurative Methode kontraindiziert. Evtl.

vermag in einem solchen Fall eine präganglionäre lumbale Sympathektomie weiterzuhelfen (37).

Solange noch eine Unterschenkelarterie vom distalen Drittel an mit einem eventuellen Anschluß an den Arcus plantaris nachweisbar durchgängig ist, besteht die berechtigte Hoffnung auf Erhaltung der Extremität oder die Rückführung in ein Beschwerdebild vom Stadium II, das dem Patienten wenigstens eine gewisse beschwerdefreie Gehstrecke ermöglicht.

IV ARTEN UND PROBLEME DES GEFÄßERSATZES IM FEMORO-POPLITEALEN GEFÄßABSCHNITT

Der Gefäßersatz unterliegt im femoro-poplitealen Arterienabschnitt spezifischen Anforderungen, die innerhalb kurzer Zeit die Effizienz eines Transplantatgewebes schonungslos aufdecken. Durch die Dominanz langstreckiger Verschlüsse bei einem relativ kleinen Gefäßquerschnitt und vor allem durch die bei etwa 40 % der Fälle ebenfalls vorliegenden Kombinationsverschlüsse in der Ausflußbahn der Unterschenkel werden immense Ansprüche an die Tauglichkeit einer Prothese gestellt. Seit der Verpflanzung von autologen Venen durch KUNLIN (34) und der Entwicklung klinisch verwendbarer Kunststoffarterien wurden in der Entwicklung von optimalen Ersatzmaterialien speziell für den diffizilen femoro-poplitealen Bereich gewaltige Anstrengungen unternommen.

Von den zahlreichen Verfahren, die seit Beginn des Jahrhunderts auf der steten Suche nach dem idealen Gefäßersatz erprobt wurden, konnten sich im wesentlichen drei Methoden durchsetzen:

1. das autologe Venen- oder Arterientransplantat
   (V. saphena magna, V. cephalica, A. iliaca externa)
2. das homologe und heterologe Transplantatmaterial
   (V. saphena magna, V. umbilicalis, bovine Karotiden)
3. der alloplastische Ersatz
   (Teflon, Dacron, Dacron-Velour und Doppelvelour, GORE-TEX expanded PTFE)

Es hat sich herausgestellt, daß es ein einheitliches Transplantatmaterial für alle Gefäßabschnitte unseres Organismus nicht gibt. Die klinischen Erfahrungen der letzten 20 Jahre und die an zahlreichen nach Reoperation und Autopsie an Gefäßprothesen erhobenen Befunde ermöglichen inzwischen einen genaueren Einblick in das Langzeitverhalten im Organismus des Gefäßkranken und erlauben ein weitgehend klares Urteil über die biologische Wertigkeit der implantierbaren natürlichen oder körperfremden Stoffe und Gewebe.

Die größte Schwierigkeit einer Gefäßtransplantation liegt dabei zuallererst im biologischen Verhalten des Prothesenmaterials. In dieser Hinsicht müssen folgende Kriterien ein möglichst hohes Maß an Verwirklichung finden (46, 70):

a) Indifferentes Verhalten zum Gastorganismus, um eine reizlose Einheilung zu gewährleisten. Komplikationen entstehen hier durch Abszeßbildung, Sequestrierung, Thrombose und Blutungen infolge Nahtdehiszenz.

b) gleichbleibende physikalische Eigenschaften, dies beinhaltet eine Konstanz der Wandstabilität für jahrelange intravasale Druck- und pulsatorische Dehnungsbeanspruchung. Eine mangelhafte Elastizität und Reißfestigkeit hat Dilatationen, Aneurysmen und Rupturblutungen zur Folge.

c) geringe Thrombogenität der Transplantatinnenschichten zur Verhinderung von Sofort- bzw. Frühthrombosen.

d) keine blastogene Potenz.

Weitere Probleme entstehen durch die oft schwierige Kaliberadaption. Man sollte bemüht sein, ein dem zu ersetzenden Arterienabschnitt eine im Durchmesser gleiche Prothese einzufügen. Zu einem allen Ansprüchen genügenden Arterienersatz gehört ferner eine gute chirurgische Verarbeitungsmöglichkeit, Sterilisierbarkeit und Lagerungsfähigkeit.

Naturgemäß bietet sich die autologe Arterie als nahezu ideale Transplantatmöglichkeit an. Ihre klinische Bedeutung ist jedoch nur sehr gering, da im Organismus entbehrliche Arterien von adäquatem Kaliber sehr selten anzutreffen sind. Die homologe Arterie spielt heute zur Defektüberbrückung keine Rolle, da die Abstoßrate ungewöhnlich hoch ist und das biologische Verhalten nicht in allen o.g. Punkten den Erwartungen entsprach. Immunologische Abwehrreaktionen sind verantwortlich für einen gestörten Einheilungsvorgang.

Ein optimales biologisches Verhalten zeigt die autogene Vene. Klinische Untersuchungen ergeben, daß die relativ muskelkräftige V. saphena magna als Transplantatmaterial im Bereich kleinkalibriger Arterien unbestritten der absolute Vorrang zu geben ist (5, 21, 36, 39, 46, 68, 70, 72). Durch Arterialisation der Vene, d.h. durch kompensatorische Hypertrophie und durch Einbau bindegewebiger Wandelemente adaptiert sie sich funktionell und strukturell an das arterielle Hochdrucksystem.

Der Organismus zeigt keine Abwehrreaktion und die Gerinnungsaktivität der Innenschicht ändert sich nicht. Die V. saphena magna bleibt jedoch ungeeignet als Arterienersatz in der Beckenetage und an den proximalen Abschnitten der supraaortischen Arterienäste, weil neben ihrem zu kleinen Kaliber auch die Wandbeschaffenheit für die dort herrschenden Druckverhältnisse nicht ausreicht. Es hat sich zudem erwiesen, daß bei 20-30 % aller Patienten mit Verschlüssen im femoro-poplitealen Bereich eine zur Umgehung oder Interposition geeignete V. saphena fehlt. Sie kann entweder zu einem früheren Zeitpunkt anläßlich einer Venenexhärese entfernt worden sein; sie kann varikös oder entzündlich verändert sein, unzureichende Lumina oder Längen aufweisen, so daß diese Vene zur operativen Rekonstruktion nicht verwendet werden kann.

Am meisten Verwendung finden in der Gefäßersatzchirurgie heutzutage synthetische Materialien, die seit ihrer erfolgreichen klinischen Einführung 1951 durch VOORHEES (73)ständig weiterentwickelt wurden. Als Material hat sich die Polyesterfaser Dacron, als textile Struktur die gewebte Gefäßprothese durchgesetzt. Biologisch sind diese Kunststoffimplantate durch eine Indifferenz zum Wirtsorganismus und eine fehlende immunologische Reaktion gekennzeichnet. Die Gerinnungsaktivität der Innenschichten ist gering. Die herkömmlichen Dacronprothesen weisen eine gleichförmige Struktur mit Wechsel von Fadenbündeln und Poren auf.

Da sie eine enorme Wandstabilität besitzen, hat sich ihr Einsatz an der Aorta und den großen Arterienästen, also in Gefäßregionen mit großem Blutdurchfluß, als ein Verfahren mit guten Langzeitergebnissen bewiesen (16, 20, 65, 68, 72). Für den Einheilungsvorgang ist die Beschaffenheit dieses Materials von wesentlicher Bedeutung, denn je großporiger ein solches Implantat ist, um so günstiger gestaltet sich die Einheilung. Die Kunststoffprothese wirkt als Leitschiene, an der es nach längerer Zeit zu einer arterienwandähnlichen Dreischichtung kommt. Die Gewebereaktion besteht zunächst im Einwachsen von Granulationsgewebe mit Kapillarausprossung in das Maschenwerk der Prothese. Danach folgt der allmähliche Aufbau einer bindegewebigen Kapsel ausschließlich aus kollagenen Fasern um das Maschenwerk der Prothese herum; man spricht von einer äußeren und inneren Kapsel, zumal sich intraluminär eine dicke Innenschicht auch aus kollagenen Fasern und Fibrin ausbildet. Eine Endothelauskleidung dieser Innenschicht kann von einzelnen Endothelinseln ausgehen oder von der Anastomose aus manschettenförmig zur Prothesenmitte hin einwachsen. Eine echte Neointimabildung mit geschlossener Endotheldecke zählt beim Menschen im Gegensatz zum Tier zu den großen Ausnahmen. Bei 4-6 cm langen Prothesen ließ sie sich auch beim Menschen beobachten. Im Spätstadium kommt es zu degenerativen Veränderungen im Bereich der inneren Kapsel mit Ödembildungen und Lipoidablagerungen in der subintimalen Bindegewebsschicht, so daß sich

durch Spaltbildung, Dissektion und Wandthrombosen eine Protheseninsuffizienz einstellen kann. Histologische Untersuchungen verdeutlichen, daß der gesamte Einheilungsvorgang wegen nicht vollkommener Indifferenz zum Transplantatlager als Fremdkörperinkorporierung bezeichnet werden kann. Vereinzelt gefundene Fremdkörperriesenzellen und Riesenzellgranulome beweisen ein Aggressionsverhalten des Wirtsorganismus, das klinisch jedoch ohne Folgen bleibt. Das Spätschicksal einer herkömmlichen alloplastischen Prothese ist gekennzeichnet von einer Umwandlung des flexiblen Prothesenmaterials durch Bindegewebssubstitution zu einem starren Rohr, deren Wandstabilität erhalten bleibt, deren Biegungselastizität jedoch dadurch verloren geht. Eine Verwendung über Gelenken verbietet sich daher. Ihr Einsatz im Bereich großer Arterien ist trotz dieser Einschränkungen bis heute ohne Alternative. Prothesen mit voll erhaltener Durchgängigkeit über 10-15 Jahre sind keine Seltenheit (10,20,35,67,70,71,78). Eindeutige Kanzerogenität bleibt bis jetzt unbewiesen. Wegen einer Versagerquote von 40-50 % in den ersten drei Jahren nach der Einpflanzung, sahen sich viele Chirurgen veranlaßt, das Bypassverfahren mit der herkömmlichen alloplastischen Prothese im Oberschenkelbereich gänzlich aufzugeben und Korrekturoperationen nur per Thrombendarteriektomie durchzuführen.

Mit der Sparks-Mandril-Gefäßprothese (64) als autoalloplastischer Arterienersatz versuchte man 1972 ein eigenes Prothesenkonzept zu verwirklichen.

Dabei wird ein Kunststoffschlauch aus weitmaschig gestricktem Dacrongewebe mit einem intraluminären Silicon-Gummi-Mandril subfaszial eingezogen. Nach mindestens sechswöchiger Implantationsdauer weist dieser Gefäßersatz eine bindegewebig organisierte, abgedichtete Gefäßwand mit ausreichender Stabilität auf, so daß der Mandril entfernt und die weitgehend autologe Prothese an die Arterie anastomosiert werden kann. Ein Nachteil besteht in der längeren Wartezeit. Inzwischen findet diese Methode wegen gravierender Komplikationen kaum noch Verwendung.

Der alloplastische Arterienersatz konnte in den letzten Jahren in seiner biologischen Wertigkeit im Bereich der peripheren Gefäßabschnitte durch Neuentwicklungen verbessert werden. Durch eine Steigerung der Wandporosität und durch eine Reduktion ihrer Wanddicke ist dies nur in begrenztem Umfange möglich. Im Vordergrund steht daher die Entwicklung neuer Technologien; als Kunststoff bedient man sich weiterhin des Dacron oder Teflon (53, 54, 56, 72, 80). Zu nennen sind hier die Dacron-Doppelvelourprothese und die Gore-Tex-PTFE oder Impragraft-Prothese. Bei der Velourprothese versuchte man, das Einheilungsprinzip durch eine Veränderung der Prothesenwand zu verbessern. An der Innen- und Außenseite sind in das gestrickte Grundgerüst aus Dacron Velourfäden eingearbeitet, so daß eine flaumige Oberfläche entsteht. Nach dem "Trellis-Prinzip" von SAUVAGE (52) soll dadurch eine bessere Inkorporation der Prothese erreicht werden, indem es

an der Außenseite zu einem rascheren Einsprossen der Fibroblasten kommt und auf der Innenseite eine verbesserte Endothelisierung ermöglicht wird. Die chirurgische Verarbeitungsmöglichkeit ist gut, die Blutabdichtung intraoperativ ist mit 1-3 Min. sehr rasch. Die ersten klinischen Ergebnisse sind sehr optimistisch (20,82).

Ähnliches gilt für die expanded PTFE-Prothese der Firmen Gore und Impra, die sich technologisch und biologisch von den konventionellen Kunststoffprothesen wesentlich unterscheidet. 1972 wurde erstmals über den experimentellen Einsatz dieser neuartigen Prothese aus gestrecktem Polytetrafluoroäthylen berichtet, die weder gewebt noch gestrickt ist. Obwohl sie eine primäre Dichtigkeit zeigt, besitzt sie eine hohe Mikroporosität. Deshalb kommt es nur sehr langsam zu einer bindegewebigen Invasion. Feingewebliche Untersuchungen 2 Jahre post implantationem zeigen ein spärliches bindegewebliches Wachstum lediglich in den äußeren Schichten. Eine Neointima läßt sich ebenfalls nicht nachweisen. Die innere Oberfläche ist negativ geladen, ihre Antithrombogenität denen anderer Prothesen gleichwertig, wenn nicht sogar überlegen. Wegen fehlender Längselastizität und begrenzter Flexibilität bedürfen diese Prothesen bei ihrer Einpflanzung einer sehr genauen Abmessung. Obwohl von einzelnen Autoren (8,44) eine Funktionstüchtigkeit z. B. im femoro-poplitealen Abschnitt von 90 % berichtet wird, muß trotz allgemein positiver Frühergebnisse vor einer allzu optimistischen Einschätzung gewarnt werden, denn auch die

GORE-TEX Prothese stellt noch nicht die optimale Lösung für den Ersatz kleinkalibriger Gefäße dar (24, 72).

Die Suche nach einem dem Venentransplantat ähnlich biologisch hochwertigen Arterienersatz vollzieht sich heute einerseits in der Entwicklung mikroporöser Kunststoffe mit antithrombogenen Innenflächen und andererseits durch Schaffung optimaler Bioprothesen (20, 53, 54).

Auf dem Gebiet des homologen (allogenen) Gefäßersatzes berichtet SCHULTZE-BERGMANN (59) 1977 bei Benutzung menschlicher Fremdvenen von ähnlich guten Resultaten wie bei der autologen Vene. Die Gewinnung und Konservierung ist für die Klinik allerdings sehr aufwendig und die biologische Wertigkeit noch ungeklärt.

Eine weitere Neuentwicklung jüngerer Zeit ist der Einsatz von Nabelschnurvenen. 1972 konnten DARDIK und DARDIK (15) durch ein geeignetes Bearbeitungsverfahren implantationsfähige Prothesen herstellen. Die Transplantate wurden chemisch denaturiert und mit Glutaraldehyd fixiert, mit einem Dacronnetz zur Stabilisierung überzogen und anschließend in Äthanol-Lösung konserviert. Sie kann dann praktisch als antigenfrei angesehen werden. Die klinischen Beobachtungsserien mehrerer Autoren sind wegen noch fehlender Langzeitergebnisse unterschiedlich, einig ist man sich bisher auf Grund guter Frühergebnisse in ihrer Bedeutung als

Ersatz einer nicht mehr verfügbaren V. saphena magna und als Dialyse-Shunt. Zu denken geben die histologischen Befunde nach längerer Implantationsdauer, die ein ähnliches Bild bieten wie die alloautoplastischen Prothesen, so daß mit ähnlichen Spätkomplikationen, z. B. Aneurysmen, zu rechnen ist (3, 62).

Zu den alternativen Ersatzmethoden biologischen Ursprungs zählt neben der Umbilikalvene, der homologen Vene oder Arterie das heterologe Transplantat bovinen Ursprungs, das seit 1973 in seiner modifizierten Form eine umfangreiche klinische Erprobung fand.

V DER HETEROLOGE GEFÄßERSATZ

1. Geschichtlicher Überblick

Schon früh wurden die mannigfaltigsten Versuche unternommen, Gefäße tierischen Ursprungs als vaskulären Ersatz im Menschen zu verwenden. Die experimentalmedizinischen Untersuchungen begannen 1903 mit HOPFNER (5, 14), als er erfolglos Femoralarterien von Kaninchen beim Hund implantierte.

Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über eine Vielzahl in der Folgezeit angestrengter Bemühungen, ein geeignetes Heterotransplantat zu finden. Nahezu alle Versuche mißlangen jedoch auf Grund noch ungelöster immunologischer Probleme, zusätzlich bereiteten Thrombosierungen, Rupturen und Verkalkungen sowie Schrumpfungen dem heterologen Gefäßersatz ein unvermeidbares Ende.

1952 und 1954 wurde von SAUTOT und KIMOTO (32) durch eine chemische und physikalische Vorbehandlung versucht, die artspezifischen Eigenschaften des jeweiligen Transplantats zu vermindern oder zu beseitigen. Die Ergebnisse nach längerer Zeit waren enttäuschend. So blieb es nicht aus, daß Chirurgen wie CREECH, DE BAKEY (11) und andere dem heterologen Gefäßersatz kaum noch Zukunftschancen einräumten. "The fate of heterografts is that of gradual deterioration rather than replacement and restauration".

Tabelle 1 (58):

Autor	Jahr	Art des Heterografts und Empfänger	Präparation
Hopfner	1903	Kaninchen, Hund - Femoralis Hund	
Guthrie	1907	Katze, Kaninchen - Karotis Hund	frisch
Carrel	1907	Hund - Aorta Katze	gekühlt
Gross et al.	1949	Schwein, Pavian, Mensch - Aorta abdominalis Hund	gekühlt
Juszezynski	1950	Schwein, Kalb, Schaf Aorta abdominalis Hund	gekühlt
Sautot et al.	1954 1952	Kalb - Aorta abdominalis Hund	eingefroren
Creech, De Bakey et al.	1954	Schaf, Kalb, Schwein - Hund	Formalin
Kimoto et al.	1954	?	frisch
Rosenberg et al.	1956	Kuh - Aorta abdominalis	mit Ficin u. Formalin behandelt u. lyophilisiert
Sauvage et al.	1955	Mensch, Hund - Aorta thoracalis Schwein	frisch, gefrierge trocknet
Szilagyi et al.	1956	Kuh thoraco-abdominal Hund	lyophilisiert
Wesolowski et al.	1957	Mensch, Schwein - Aorta Hund	gefriergetrocknet
de Takats et al.	1959	Kuh - Aorta thoracalis Hund	mit Ficin behande
Johnson et al.	1960	Kuh - Aorta Hund	Inkubation in Plasma

Rosenberg et al.	1962	Kuh - thoraco-abdominal und Aorta abdominalis	mit Ficin behandelt Formalin, Polyacrolein, stabilisiert durch Verwendung von Formalin oder Dialdehydstärke
Rosenberg et al.	1964	Kuh - Aorta thoracalis und thoraco-abdominalis Hund	Ficin und Dialdehydstärke
Breslau et al.	1965	Kuh - Hund	Ficin, Dialdehydstärke oder Polyacrolein
Dale et al.	1969	Kuh - Hund	mit Ficin behandelt Dialdehydstärke
Rosenberg et al.	1970	Kuh - Aorta thoracalis thoraco-abdominalis Hund	mit Ficin behandelt Dialdehydstärke
Arbeitsgruppe St. Gallen	1972 1975	Kalb - Aorta abdominalis Hund	mit Ficin behandelt Dialdehydstärke

1956 erschienen die ersten Berichte über enzymbehandelte Heterografts von ROSENBERG, GAUGHRAN, HENDERSON, LORD und DOUGLAS (49).Sie beschrieben Experimente mit Rinderkarotiden, die vor ihrer Verpflanzung mit Ficin, einem proteolytischen Ferment aus der Milch wildwachsender Amazonasfeigen, vorbehandelt wurden, wobei man elastische Bindegewebsfasern und Muskelfasern fast vollständig entfernen konnte. Durch eine anschließende Inkubation in Formaldehyd sollte eine zusätzliche Härtung der Kollagenstruktur der Prothese erfolgen. Durch diese Manipulationen schrumpften Durchmesser und Länge um etwa 35 %, der verbleibende Schlauch aus Kollagenfasern schien der mechanischen Belastung gewachsen zu sein. Weitere Tierexperimente zeigten jedoch ein häufiges Versagen des Transplantats durch Aneurysmabildung (DE TAKATS, THOMPSON und DOLOWY) beim Ersatz der thorakalen Aorta (18); im abdominellen Aortabereich konnte man bessere Langzeitergebnisse beobachten (ROSENBERG).DALE und LEWIS (13) bemängelten die Diskrepanz zwischen dem Prothesenlumen von 8-11 mm und den kleinkalibrigeren Gefäßen im femoro-poplitealen Abschnitt; diese Disproportion verantwortete ihrer Meinung nach das Auftreten von Frühthrombosierungen in diesem Bereich. Die Entwicklung von brauchbaren, reproduzierbaren Herstellungstechniken zusammen mit Langzeitbeobachtungen im Tierversuch benötigte mehrere Jahre (17).

Mängel in der Wandstabilität ließen sich durch ein Fortdauern der Proteolyse selbst noch nach der Implantation erklären, da eine Auswaschung des Ficins

unter fließendem Wasser für eine halbe Stunde nicht ausreichend war. Durch Anwendung von Natriumchlorid ($NaC1O_2$) gelang es ROSENBERG 1962, die anhaltende Proteolyse zu stoppen, also das Ficin zu inaktivieren und eine zusätzliche Stabilisierung durch Quervernetzung des Kollagens mit Dialdehydstärke zu erzielen. Elektrohydraulische Untersuchungen ergaben, daß ein erheblicher Stabilitätsgewinn durch die Quervernetzung resultiert. Nach WALTER (75) hat das Kollagen in der Prothese eine größere Stabilität als gleichkalibrige Stahldrähte. Die Stabilitätssteigerung ist allerdings mit einem Verlust an Elastizität verbunden. 1966 berichteten ROSENBERG, MARTINEZ, SAWYER, WESELOWSKI, POSTLETHWAIT und DILLON (50) über die ersten klinischen Ergebnisse bei der Verwendung boviner, dialdehydverstärkter Prothesen im Menschen. So war bei 13 von insgesamt 17 Patienten eine Durchgängigkeit ohne Aneurysmabildung für eine Dauer von mehr als 32 Monate verzeichnet worden. Diese günstigen Ergebnisse ließen das Interesse und die Beschäftigung mit dem bovinen Heterograft wieder aufleben. Von mehreren Arbeitsgruppen wurde daraufhin eine intensive Forschung zunächst im Tierexperiment begonnen, wenige Jahre später wurden die ersten klinischen Beobachtungsstudien publiziert, die allesamt mehr oder weniger optimistisch ausfielen (12, 18, 30, 31, 50).

Tabelle 2 zeigt den Ablauf des modifizierten Herstellungsverfahrens, wie es seit 1962 in den USA angewand wird.

Tabelle 2 (58):

1. Entnahme der Rinderkarotiden bei der Schlachtung.
2. Anatomische Präparation mit Beseitigung des perivaskulären Bindegewebes und Ligatur der Seitenäste.
3. Proteolyse durch Ficin.
4. Stoppen der Proteolyse mit $NaCLO_2$.
5. Quervernetzung mit Dialdehydstärke.
6. Prüfung auf Dichtigkeit mit Preßluft bei einem intravasalen Druck von 200 mm Hg, wobei die Grafts in Wasser eingetaucht sind.
   Gleichzeitige Entnahme von Proben zur histologischen Kontrolle:
   Elastische Fasern und Muskulatur dürfen nicht mehr nachgewiesen werden.
7. Chemische Sterilisation (Äthanol/Wasser 1:1 + 1 % Propylenoxid).
   Dauer: 14 Tage.

Da die Prothese außerhalb der Vereinigten Staaten nicht käuflich war, wurde sie von einer Arbeitsgruppe um AMGWERD (1, 61) in Zusammenarbeit mit der Solco-Basel AG zunächst nach dem amerikanischen Verfahren reproduziert. AMGWERD bediente sich bei der Herstellung jedoch keiner Rinderkarotiden, vielmehr benutzte er die Halsschlagadern von Kälbern, da sie mit einem Lumendurchmesser von 5-9 mm am ehesten den mittel- bis kleinkalibrigen menschlichen Arterien entsprechen. Im März 1973 wurden diese Prothesen nach erfolgversprechenden Tierversuchen erstmalig auch beim Menschen implantiert.

Schon bald wurde ein nicht geringfügier Mangel solcher nach amerikanischem Muster hergestellter Prothesen deutlich (58). Histologische Kontrollen zeigten nach wie vor das Vorhandensein potentiell antigen wirkender Gewebselemente, und zwar handelte es sich speziell um noch intakte Muskelzellen der Mediaschicht. Durch die Entwicklung einer abgestuften, kontrollierten Proteolyse, das als dynamisches Herstellungsverfahren bezeichnet wird, konnte AMGWERD diese Zellstrukturen eliminieren, so daß es sich beim fertigen Endprodukt um eine reine Kollagenprothese handelt. Weiterhin wurde festgestellt, daß durch die Aufbewahrung der Prothese in einem Sterilisationsmedium von Äthanol/ Wasser 1:1 und 1 % Propylenoxid trotz intensiver Auswaschung vor der Implantation eine vollständige Reinigung nicht gelingt, so daß negative Auswirkungen im Hinblick auf die Biokompatibilität nicht ausgeschlossen werden konnten. Die Hersteller entwickelten aus diesem Grunde zusätzliche Maßnahmen, um die mit dem zytotoxisch wirkenden Sterilisationsmittel behafteten Prothesen auf "gewebefreundlich" umzustellen. Das hat zur Folge, daß die Prothese gebrauchsfertig zur Implantation zur Verfügung steht.

2. Morphologie und immunologische Probleme der Solcograft-Prothese

Im Gegensatz zu ROSENBERG (50) verwendet die Arbeitsgruppe AMGWERD zur Herstellung der heterologen Prothesen die A. carotis communis von

schlachtreifen Kälbern. Ihr Gefäßdurchmesser liegt bei 5-8 mm und entspricht damit in etwa den mittelkalibrigen Arterien des menschlichen Körpers. Sie besitzen den Vorteil eines in ihrer ganzen Länge sowohl quantitativ als auch qualitativ gleichmäßig gestalteten Wandbaues. Es ist bemerkenswert, daß die Kollagenfasern eines solchen Gefäßes nahezu die gleiche Aminosäurensequenz wie beim Menschen aufweisen, so daß eine antigene Wirkung vom Kollagen nicht induziert werden könnte. Leider gibt es jedoch keinen einheitlichen Kollagentypus. Untersuchungen mittels Immunfluoreszens ergaben das Vorhandensein der Kollagentypen I und III in der Wand der Kalbsarterie, und zwar im Verhältnis 3:2. Der Typ III verfügt über eine mehr als 10-fach höhere Thrombogenizität als der Typ I und findet sich häufig in Vergesellschaftung mit den elastischen Fasern und in der Intima. Durch den im dynamischem Verfahren gesteuerten Präparationsvorgang wird der Endothelbelag der Intima, sowie sämtliche Bindegewebs- und Muskelzellen, elastische Fasern und Kollagen vom Typ III eliminiert. Der vermehrt in der Media und Adventitia aufzufindende Kollagentyp I bleibt erhalten und kommt dadurch an die innere Oberfläche zu liegen, deren Thrombogenizität dadurch um 90 % gesenkt werden kann. Die anschließende Gerbung des Kollagens mit Dialdehydstärke vernetzt die Aldehydgruppen mit den Lysingruppen des Kollagens, so daß nicht nur durch eine Verkürzung der Kollagenperioden ein stabilisierender Effekt, sondern auch eine Elektronegativität der Prothesenінnenfläche gewährleistet wird. Es

konnte nachgewiesen werden, daß die innere Transplantatoberfläche durch das Zeta-Potential elektronegativ ist und dadurch einer Thrombenbildung entgegen wirkt.
Das Ausmaß der Biokompatibilität einer Prothese in Bezug auf ihre Oberflächenthrombogenizität wird außer ihrem elektrischen Ladungspotential auch von der für die Oberfläche eines jeden Materials charakteristischen freien thermodynamischen Energie gekennzeichnet. Untersuchungen ergaben, daß das bovine Transplantat zusammen mit der autologen Vene in der Zone mit der geringsten biologischen Interaktion liegt.
Der im dynamischen Verfahren hergestellte Kollagenstrumpf besitzt einen Durchmesser von 5-7 mm und eine Wandstärke von 0,3-0,5 mm. Er ist völlig unelastisch, seine innere Oberfläche erscheint teilweise glatt, teilweise flaumig ausgefranst. Durch ein rhombisches Maschensystem, das in seiner Größe zwischen 5,6 x 19,6 und 36,0 x 140,0 µ schwankt, soll es nach der Implantation eine ausreichende Fibroblasteneinsprossung des Empfängers ermöglichen (58, 75).

Bei der Verpflanzung heterologen Gewebes stehen immunologische Probleme naturgemäß im Vordergrund. Überblickt man die in der Literatur angeführten Resultate von bovinen Gefäßtransplantationen, fällt besonders auf, daß kaum oder fast gar nicht von heftigen, akuten Abstoßungsreaktionen berichtet wird. Einige amerikanische Autoren (51) beobachten zwar in ihren feingeweblichen Untersuchungen nach kurzer Implantationsdauer lymphozytäre und plasmozytäre Infiltrate im Transplantat-

lager auf Grund ihrer nicht auf "gewebefreundlich" umgestellten Prothese, von einer klassischen Abstoßungsreaktion ist jedoch nie die Rede. Die Immunogenizität der nicht zytotoxischen Solco-Prothese kann mit großer Sicherheit auf Grund experimenteller Erfahrungen als bedeutungslos bezeichnet werden (19). Die enzymatische und chemische Bearbeitung des Transplantatmaterials verhindert offensichtlich sehr zuverlässig eine gravierende Sensibilisierung des Gastorganismus, die zu einer klinisch bedeutsamen Abstoßungsreaktion führen würde (17).
Eine blastogene Potenz des bovinen Heterografts läßt sich wegen der noch relativ kurzen Beobachtungsdauer weder deutlich verneinen noch bejahen; man neigt jedoch zu der Annahme, daß kanzerogene Auswirkungen nicht zu erwarten sind (2).

Die im nachfolgenden Kapitel geschilderten Patientenfälle befassen sich mit einer Ausnahme sämtlich mit Bypassoperationen im Oberschenkelabschnitt, z. T. auch im Beckenbereich unter Verwendung der heterologen Solcograft-Prothese.

VI KASUISTIK

Nr. 1 (Archiv-Nr.: 731868, 7610759, 7611444)

H. J., 55-jähriger Patient. Er wurde bereits im November 1973 wegen eines 6 cm langen Verschlusses der rechten A. femoralis bei Fehlen einer geeigneten V. saphena magna einer Desobliteration unterzogen. Der Erfolg dieses Eingriffes war zunächst sehr gut. Nach knapp drei Jahren mußte rechtsseitig wiederum desobliteriert werden, weil es nach dem Absetzen der Antikoagulantienbehandlung zu einer Restenose in Höhe des Adduktorenkanals der rechten A. femoralis mit beginnender Gangrän der 4. Zehe gekommen war. Nach Beseitigung des Verschlußmaterials und Lösung der Gefäßstrecke aus ihren stark ausgebildeten Vernarbungen und Einsetzen einer längeren Streifenplastik (zugeschnittene Weavenitröhre) 1976, verschwand die Blauverfärbung völlig. Oszillographisch und rheographisch ließ sich aber kein verbesserter Durchblutungsbefund registrieren.

Drei Monate später erfolgte erneute Aufnahme, weil er über ischämische Schmerzen in der rechten Wade nach einer Gehstrecke von 400 m klagte, und es zur Ausbildung einer trockenen Gangrän im Bereich der Spitze der 2. Zehe rechts gekommen war, nachdem er sich hier gestoßen hatte. Pulsationen waren von der Kniekehle abwärts nicht mehr zu tasten.

Angiographisch ließ sich ein langstreckiger Verschluß der rechten A. femoralis nachweisen, der von der Höhe des Profundaabganges bis zum Über-

gang zur A. poplitea reichte. Deutliche Ausprägung eines Kollateralkreislaufes der A. profunda femoris. Mäßige Skleratheromatose sämtlicher Unterschenkelgefäße ohne eindeutigen Hinweis auf arteriellen Verschluß. Wegen des noch "jugendlichen" Alters des Patienten und der guten Abflußverhältnisse bei nicht geeigneter V. saphena magna und einer kalzifizierenden Umgebungsentzündung in Femoralismitte entschloß man sich zu einem Bypass mit Solcograft. Es wurde nochmals eine Desobliteration im orthograden Sinne durchgeführt. Danach zunächst Anfertigung einer proximalen End-zu-Seit-Anastomose. Da das Prothesenstück nach distal zur unteren Anastomose im 3. Popliteadrittel zu kurz war, mußte es mit einem zweiten Solcograftstück verlängert werden. Dann End-zu-Seit-Anastomose in einem Winkel von 35 Grad. Gute Pulsationen in der Peripherie. (1978)

Postoperativ kleine oberflächliche Wundheilungsstörung in Kniehöhe, die bei der Entlassung fast geheilt war. Im Oszillogramm gute Amplituden über allen Extremitätenabschnitten. Das Rheogramm zeigte dikrote Pulskurven als Ausdruck einer ausreichenden Blutzirkulation (Abb. 1). Mehrere Kontrolluntersuchungen konstatierten einen gleichbleibend unveränderten Befund bis heute.

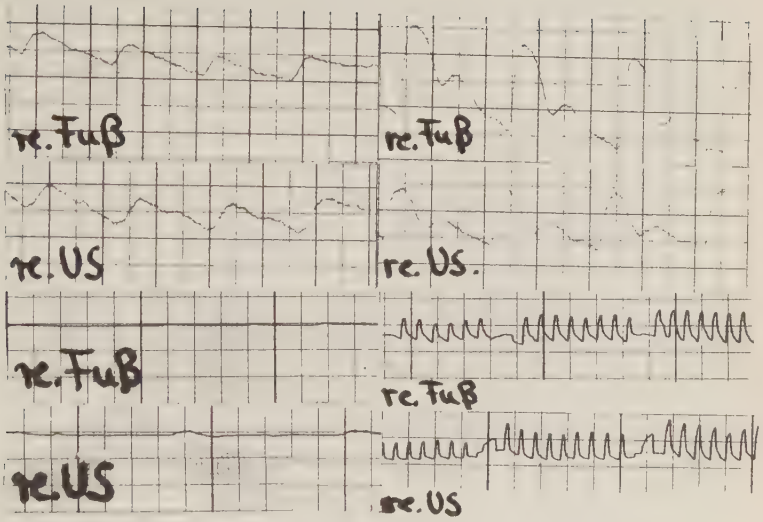


Abb. 1:

Prä- und postoperatives Rheogramm (oben) und Oszillogramm (unten) über dem rechten Fuß- und Unterschenkelabschnitt.

Nr. 2 (Archiv-Nr.: 7711122)

H.-M. D., 55-jähriger vorgealterter Patient war bereits vor 10 Jahren innerhalb eines Jahres dreimal wegen arteriosklerotischer Verschlußerkrankungen vom Becken- und Oberschenkeltyp desobliterierenden Eingriffen in diesem Bereich unterzogen worden. Beim dritten Eingriff war nach unbefriedigender Desobliteration ein V. saphena-Bypass im rechten Oberschenkel implantiert worden, der jedoch trotz aller Bemühungen immer wieder intraoperativ thrombosierte, so daß man letztlich gezwungen war, eine Ablatio femoris rechts vorzunehmen. Postoperativ war es dann zu einem Röhrenabszeß und einer sekundären Osteomyelitis gekommen.

Der Patient wurde jetzt wegen eines Aneurysma spurium von etwa Faustgröße in der linken Leistenbeuge aufgenommen. Die Fußpulse waren kaum tastbar. Am Aufnahmetag kam es zur Ruptur, so daß sofort operiert werden mußte. Eine Arteriographie ließ sich nicht mehr durchführen.

Das doppeltfaustgroße Aneurysma wurde durch einen kleinen Einriß gefüllt, der sich distal des 1967 eingesetzten Weavenit-Flickens befand. Resektion des Aneurysma und Vernähung der Blutungsstelle im Gefäß. Der Profundakreislauf funktionierte gut. Da die A. femoralis keine Pulsationen zeigte, wollte man sich zunächst mit dem Profundaumgehungskreislauf begnügen. Nach Aufschneiden der A. femoralis, distal der Gabel, fand sich eine ausgezeichnete

retrograde Blutung. Man entschloß sich zum Einpflanzen einer iliaco-femoralen Solcograft-Prothese, da beide V. saphena magnae durch vorhergehende Operationen nicht mehr zur Verfügung standen. Nach Fertigstellung der Anastomosen gute periphere Pulsationen (1977).

Der postoperative Verlauf war kompliziert. Wegen zuerst aseptischer Nekrosen, verursacht durch Imbibition des Gewebes infolge der Aneurysmaruptur, wurde eine Spüldrainage prophylaktisch angelegt. Als die ersten pyogenen Keime nachgewiesen worden waren, wurde sofort eine Sekundärnaht, ebenfalls wieder über einer Spüldrainage, vorgenommen. Der Verlauf war weiterhin durch ein intensives Arzneimittelexanthem erschwert, das zum Absetzen der Antibiotika zwang.

Bei Entlassung fanden sich im Oszillogramm und Rheogramm peripher herabgeminderte, aber noch gute Amplituden und Pulskurven (Abb. 2). Der Patient ist bis heute arbeitsfähig bei voller Belastbarkeit und beschwerdefreier Gehfähigkeit des linken Beines. Bis heute blieb der Prothesenträger gehfähig.

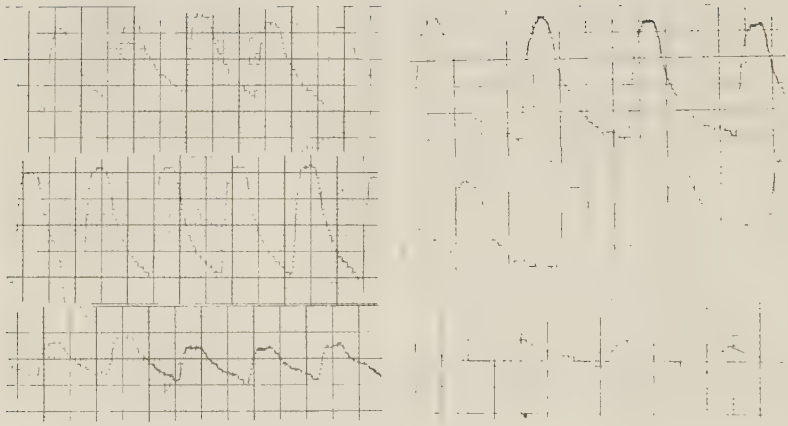


Abb. 2:

Postoperativ abgeleitete Rheogramme vom Oberschenkel, Unterschenkel und Fußrücken des linken Beines. Links unmittelbar nach der Operation, rechts 2 Jahre später.

Nr. 3 (Archiv-Nr.: 7711929)

E. K., 64-jährige Patientin. Seit mehreren Monaten bestehende Claudicatio intermittens mit krampfartigen Schmerzen in beiden Waden, rechts mehr als links. Gehstrecke etwa 50 m. Nächtliche Ruheschmerzen. Fußpulse waren beidseits nicht tastbar. Stenosegeräusche über der rechten A. femoralis. Ausgeprägter Status varicosus am rechten Unterschenkel im Verlauf der V. saphena magna mit postthrombotischem Syndrom. Keine Ödeme. Seit mehreren Jahren werden pektanginöse Beschwerden mit Ausstrahlung in den linken Arm geklagt.

Im Oszillogramm schwache Amplituden an beiden Ober- und Unterschenkeln. Rheographisch flache Pulskurven, rechts schlechter als links, die Veränderungen nahmen nach distal deutlich an Schwere zu. Laut Sequenzszintigraphie des Beckens und der oberen Oberschenkelanteile Vorliegen einer starken Strömungsbehinderung in der oberen A. iliaca communis links ohne Anhalt für einen vollständigen Stop. Die Beckenarteriographie zeigte eine umschriebene exzentrische Stenose der A. iliaca comm. sin. Weiterhin fand sich neben multiplen segmentalen, teils hochgradigen Stenosen der A. femoralis rechts ein etwa 7 cm langer Verschluß der A. femoralis im Bereich des Adduktorenkanals mit Kollateralkreislauf über die Rami perforantes und ein etwa 15 cm langer Verschluß der A. tib. ant. bis in das proximale Unterschenkeldrittel reichend.

Links ebenfalls Stenosen der A. femoralis und ein 10 cm langer Verschluß in Höhe des Adduktorenkanales, weiterhin ca. 25 cm langer Verschluß der A. tib. ant. und multiple segmentale Stenosen der A. peronea.

Zunächst wurde zur Minderung des Operationsrisikos eine rechtsseitige intraluminäre Venenexhärese mit Belassung des proximalen Anteiles der V. saphena magna zur nachfolgenden rekonstruktiven Arterienoperation durchgeführt. Nach Wundheilung dann Implantation eines V. saphena-Bypasses, wobei die vorher desobliterierte A. femoralis oben und unten unterbunden wurde, so daß die Zirkulation nur über den Bypass erfolgte, weil in der Femoralarterie vorher mehrfach intraoperative Thrombosierungen vorgekommen waren. Danach gute Pulsationen in der peripheren A. poplitea (1977).

Nachmittags Gefühllosigkeit und Motilitätsstörung des rechten Fußes durch eine Rethrombosierung mit vollständig harter Wade. Nach Wiedereröffnung der unteren Wunde kam es beim retrograden Vorgehen mit dem Fogarty-Katheter zu einem 2-3 cm langen Einriß im Saphena-Bypass. Er mußte durch eine heterologe Gefäßprothese ersetzt werden. Auch dieser Bypass thrombosierte wieder, weil von kranial ein ungenügender arterieller Druck vorlag. Von einer größeren Inzisionsstelle ausgiebige retrograde Desobliteration, bis gute Pulsationen vorlagen. Verschluß der Inzision mit einem Dacron-Streifenimplantat. Instillierung eines Antibiotikums.

Postoperativ Wunddehiszens mit Sekundärheilung beider Wundgebiete, Anlegung von Spüldrainagen und Sekundärnähten. Zwei Monate später wegen Nekrotisierung der ersten drei Zehen und im Fußsohlenbereich, zweifellos durch eine thrombophlebitische Kompressionsbehinderung der peripheren Zirkulation bedingt, Entfernung der 1. Zehe in toto, Teilresektion der 2. und 3. Zehe sowie Nekrosenabtragung. Da sich der Puls in der A. dorsalis pedis wieder einstellte und das Transplantat einwandfrei durchgängig war, entschloß man sich zum Erhaltungsversuch des Beines, auch als die Patientin bei ihrer Mobilisierung unglücklich mit dem Fuß umknickte und sich noch eine trimalleoläre Sprunggelenksfraktur zuzog. Diese Fraktur kam durch Calcaneus-Drahtextension in guter Stellung zur Konsolidierung. Hautdefekte konnten durch Transplantation soweit gebracht werden, daß der Fuß im Spezialschuh belastbar war.

Dann entwickelte sich in den Sprunggelenksknochen eine Osteomyelitis durch penicillinresistente Staphylokokken. Wegen eines Röhrenabszesses mußte am Oberschenkel abladiert werden. Material aus der Prothesenmitte und dem unteren Anastomosenbereich wurde histologisch untersucht. Die Wunde verheilte primär, nach guter Mobilisation plötzlich im EKG AV-Blockierung II. Grades mit zeitweiliger totaler Blockbildung. Nach Herzschrittmacherimplantation Erholung. Später Schlucklähmung und eine linksseitige Fazialisparese, zunehmende Alteration des Allgemeinzustandes, schließlich Exitus infolge des Schlaganfalles. (Abb. 3, 4, 5 und 6).

Abb. 3

Abb. 4

Abb. 3:
Solcograft-Prothese (oben) mit Übergang in die Poplitea (unten) 7 1/2 Monate nach der Implantation. Prothese mit quergeriffelter, braun-gelblicher Innenfläche. Flacher, fest eingeheilter Übergang an der Anastomose. Unregelmäßige, grau-weißliche, höckerige und atheromatöse Intima der A. poplitea. E 8640/78

Abb. 4:
7 1/2 Monate inkorporiertes Teilstück einer offenen Solcograft-Prothese mit Thrombus. E 8640/78

+ Sämtliche makroskopische Abbildungen und histologische Untersuchungen wurden vom Pathologischen Institut der Stadt Wuppertal, Direktor Prof. Dr. G.E. Schubert, erstellt

Abb. 5

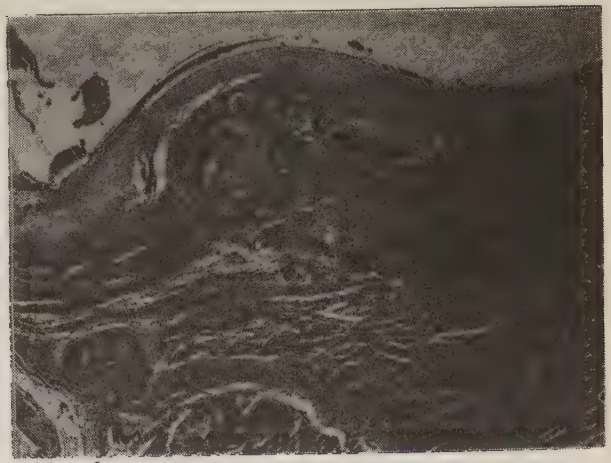


Abb. 6

Abb. 5 und 6:
Solcograft-Prothese, 7 1/2 Monate nach Einpflanzung. Prothese mit fehlendem Endothel. Fibrosiertes Intimagewebe. Fibröse Schicht, teils ödematös aufgelockert und von Fibrininsudationen durchsetzt. Einzelne Fadengranulome am Übergang zum körpereigenen Fettgewebe, wohl durch Nahtmaterial bedingt. An einigen Stellen sind Fibroblasten in die Kollagenfaserbündel der Prothese eingewandert. Kein degenerativer Abbau der Prothese. Endothel ist nicht ausgebildet. Entzündliche Erscheinungen an Innenwandschichten nur vereinzelt. Lymphozyten und Plasmazellinfiltrate infolge immunologischer Reaktionen fehlen. E 10895/78 II. Resorcin-Fuchsin Weigert Eisenhämatoxylin-Färbung. Vergrößerung 14:1, 31:1.

Nr. 4 (Archiv-Nr.: 7810965)

W. L., 73-jähriger Patient, bei dem im Februar 1976 wegen eines langstreckigen rechtsseitigen Femoralisverschlusses eine rechte Thrombendarteriektomie durchgeführt worden war. Es hatte damals eine Claudicatio intermittens im klinischen Stadium III/IV mit Ruheschmerzen und beginnenden trophischen Störungen der Haut im Großzehenbereich bestanden. Diese Anamnese war zwei Jahre alt und die Gehstrecke betrug zuletzt nur noch 20-30 m. Zusätzlich litt L. seit 1963 unter einem insulinbedürftigen Diabetes mellitus, einer arteriellen Hypertension und einer lymphatischen Leukämie. 1966 hatte er einen apoplektischen Insult mit passagerer Lähmung der gesamten rechten Körperhälfte erlitten. Angiographisch handelte es sich um beidseitige Femoralisverschlüsse. Rechts waren zwei Unterschenkelarterien offen und links eine. Die Symptomatik war rechtsseitig jedoch ausgeprägter. Pulse ließen sich an beiden Füßen nicht palpieren. Nach der rechtsseitigen Desobliteration hatten tastbare Pulsationen in der A. dorsalis pedis vorgelegen. Der Blutzucker war mit Depot-Insulin gut eingestellt, der Leukämie konnte u.a. mit Leukeran erfolgreich begegnet werden.

Nach 1 1/2 Jahren erneute Aufnahme wegen seit einigen Wochen zunehmenden Claudicatiobeschwerden mit Ruheschmerzen und einer Gehstrecke von 30-50 m. Der rechte Vorfuß zeigte eine beginnende Gangrän. Zu erwähnen ist, daß der Hausarzt die postoperative Antikoagulantientherapie nach kurzer Zeit abgebrochen hatte. Im Oszillogramm registrierten wir

geringfügige Amplituden über dem rechten Unterschenkelabschnitt, über der linken Wade waren sie überraschend gut, beide Füße blieben ohne oszillographische Reaktionen, ein Befund, der sich exakt im Rheogramm wiederfand. Die skleratheromatösen Veränderungen hatten laut Angiographie im Beckenabschnitt zugenommen. Der Femoralisverschluß rechts erstreckte sich vom Profundaabgang bis zum mittleren Popliteadrittel. Mäßiger Kollateralkreislauf über die Rami perforantes I-III der kompensatorisch erweiterten A. profunda femoris und ein Verschluß im mittleren Drittel einer hypoplastischen A. tib. ant., bei guter Kontrastierung der A. tib. post. und A. peronea. Linksseitig unveränderter angiographischer Befund mit langstreckigem Femoralisverschluß und Verschlüssen von A. tib. ant. und post.

Nach ausgiebiger orthograder und retrograder Desobliteration von zwei Einschnitten aus sollte trotz der ungünstigen Ausgangssituation ein rekonstruktiver Eingriff riskiert werden. Ein Venenbypass kam wegen einer zu dünnkalibrigen V. saphena magna nicht in Frage, so daß man sich zur Implantation einer Gefäßprothese aus Solcograft entschloß (1977). Nach der Anastomosenfertigstellung ausgezeichnete Pulsationen in der Prothese und peripher der distalen Anastomose.

Abb. 7

Abb. 7:
Links im Bild vor 1 1/2 Jahren desobliterierte A. femoralis rechts. Arteriosklerotische, unregelmäßig strukturierte Innenfläche mit atheromatösen Beeten.
Rechts daneben kaum zu unterscheidendes Solco-Implantat mit bräunlich verfärbter Innenfläche und narbiger Verbindung zur Umgebung. Das distale Ende der Prothese ist durch alte thrombotische Massen verschlossen (7 Monate nach Einpflanzung).

Abb. 8

Abb. 9

Abb. 8 und 9:

Nicht thrombosierter Anteil der Solcograft-Prothese nach 7 Monaten. Die bräunliche Innenfläche ist stellenweise aufgerauht. Das Implantat ist mit der umgebenden Muskulatur fest verwachsen.

Postoperativ traten keine wesentlichen Komplikationen auf, eine ödematöse Schwellung im proximalen Abschnitt des rechten Oberschenkels war bis zur Entlassung abgeklungen. Im Oszillogramm einwandfreie Amplituden bis zu den Füßen, rheographisch lediglich eine graduelle Befundbesserung. Remission der Gangrän und Verschwinden der Ruheschmerzen.

Sieben Monate später mußte wegen eines nahezu identischen Beschwerdebildes an der rechten unteren Extremität eine Ablatio femoris vorgenommen werden, da bei einer walnußgroßen aneurysmatischen Erweiterung an der proximalen Anastomosenstelle und einer Stenosierung der unteren Anastomose keine einwandfreie Prothesendurchgängigkeit gewährleistet war. Teile der entnommenen Prothese wurden mikroskopisch untersucht und fotographiert (Abb. 7, 8, 9, 10).

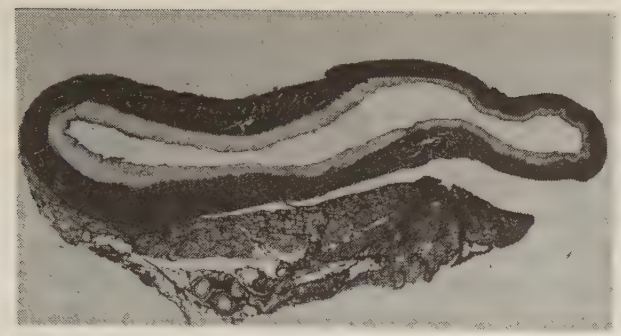


Abb. 10

Abb. 10:

Solcograft-Prothese 7 Monate nach Einpflanzung. Vereinzelt Endothelauskleidung. Fibrinöse Pseudointima. Fibroblasteneinsprossung ins Kollagengewebe gering. Elastica int. und ext. stellen sich nicht dar. Nur geringe entzündliche Infiltrationen in der Außenschicht. Kein degenerativer Abbau. Fremdkörperriesenzellen nur im Anastomosenbereich. Färbung nach Elastica von Gieson. E 10425/78.

Nr. 5 (Archiv-Nr.: 7810064)

O. W., 72-jähriger Patient, der seit etwa 2 Jahren über Claudicatio intermittens klagte. Zunächst nur Schmerzen in der linken Wade nach einer Gehstrecke von ca. 500 m. Seit einem Jahr Schmerzen in beiden Waden bereits nach 100 m, Kältegefühl in beiden Füßen und Taubheitsgefühl in der linken Großzehe. Der Patient erlitt 1977 einen Herzinfarkt, seit 10 Jahren ist ein Diabetes mellitus bekannt, der mit 2 Tabl. Euglucon eingestellt ist. Weiterhin Zigarettenabusus von 30 Zigaretten.

Die Pulsationen waren beidseits ab der Kniekehle nicht mehr zu tasten. Im Oszillogramm bestanden nur schwache Oszillationen von niedriger Amplitude, desgleichen konnten rheographisch nur sehr stark abgeflachte Amplituden, rechts ausgeprägter als links, registriert werden. In der Angiographie des Beckens fand sich eine Stenose der A. iliaca int. sin. unmittelbar distal der Iliakagabel, ein Verschluß der A. femoralis links, beginnend in Höhe der Eintrittsstelle in den Adduktorenkanal über einer Strecke von etwa 15 cm bis zum Übergang der Poplitea reichend und ein Verschluß der A. tib. ant im distalen Unterschenkeldrittel. Rechts ebenfalls langstreckiger Femoralisverschluß vom Profundaabgang bis Oberschenkelmitte mit Verschluß der A. profunda femoris zwischen den Rami perforantes I und II. Auch hier Verschluß der A. tib. ant. im distalen Unterschenkeldrittel.

Eine rekonstruktive Operation wurde zunächst am linken Bein durchgeführt, da es die meisten Beschwerden verursachte. Weil eine retrograde Desobliteration noch oben ebenso wie die orthograde Desobliteration von einer Inzision über der Profundagabel wegen festhaftender Kalkbezirke mißlang, entschloß man sich, da die V. saphena magna unbrauchbar war, zur Implantation eines femoro-poplitealen Solcograft-Bypasses (1978). Dieser mußte wegen der großen Distanz mit einem kleinen Stück aus demselben Material verlängert werden. Die Verbindung erfolgte mittels hinterer Blalock- und vorderer überwendlicher Naht. Die Pulsationen nach Freigabe der Blutzirkulation waren in der Peripherie ausgezeichnet. Ebenso exzellente Durchblutungsverhältnisse zeigten sich im Oszillogramm und Rheogramm. Hier überraschte sogar eine dikrote Pulswelle über der Fußrückenmitte.

Der postoperative Heilungsverlauf gestaltete sich komplikationslos, die Wunden verheilten reizlos und primär. Unter der Antikoagulantientherapie hat sich nach Angaben des Patienten auch die Durchblutung des rechten Beines verbessert, so daß er selbst eine vorher ins Auge gefaßte restaurative Operation noch nicht für notwendig erachtete. Mehrere Befundkontrollen bestätigten das ausgezeichnete Operationsergebnis (Abb. 11).

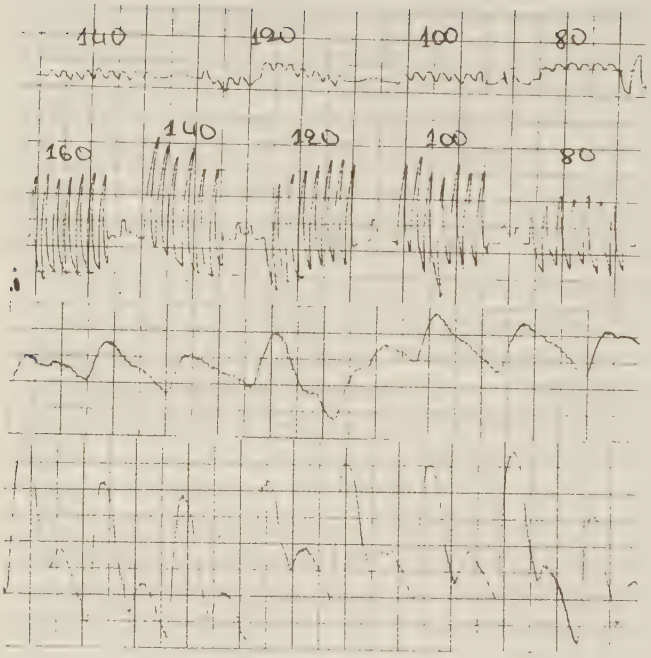


Abb. 11:

Prä- und postoperativ abgeleitetes Oszillogramm vom distalen Unterschenkel (oben) und Rheogramm über der A. dorsalis pedis (unten).

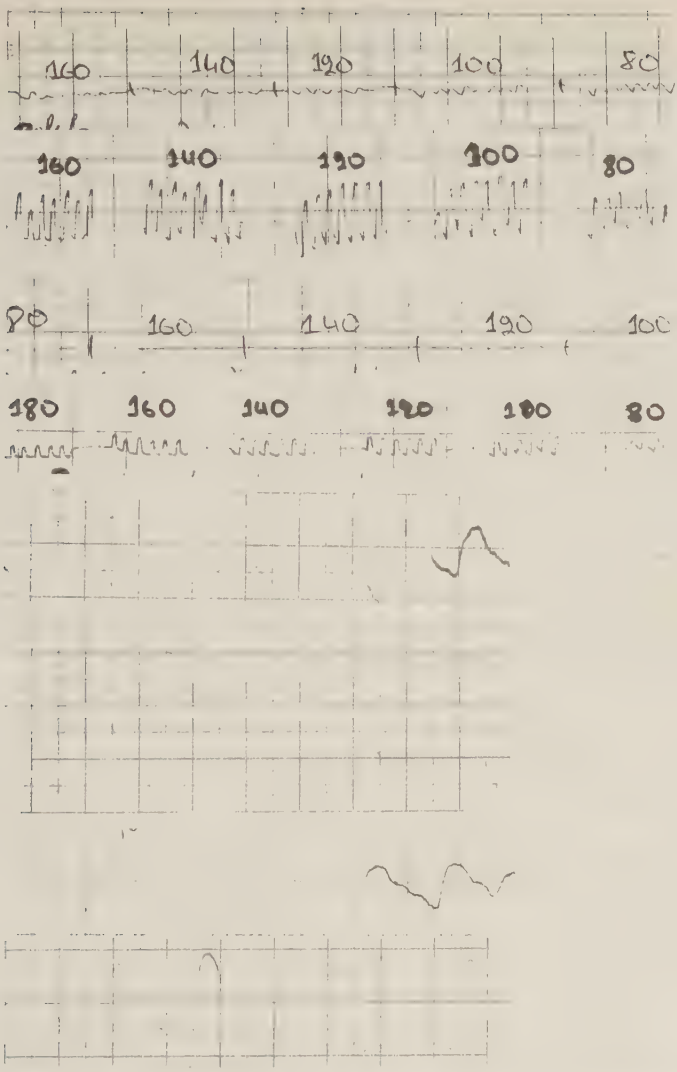
Nr. 6 (Archiv-Nr.: 7810152)

H. S., 62-jähriger Patient klagte seit sechs Monaten über heftige Wadenschmerzen im rechten Bein nach einer Gehstrecke von zuletzt 100 m. Kein Kältegefühl, keine Ödeme, keine Varikosis. Im EKG Zeichen einer koronaren Minderdurchblutung bei inkomplettem Rechtsschenkelblock.

Die A. poplitea rechts war nicht palpabel, die Fußpulse rechts auch nur ganz schwach tastbar, während linksseitig sämtliche Extremitätenpulse erfaßbar waren. Auffallend war auch ein Stenosegeräusch über der rechten A. carotis communis. Im Oszillogramm und Rheogramm deutlich verringerte Amplituden und abgeflachte Pulskurvengipfel über allen rechtsseitigen unteren Extremitätenabschnitten; im Gegensatz dazu befriedigende bis gute Meßwerte über dem linken Bein.

Im Becken fand sich angiographisch eine ausgeprägte Skleratheromatose des gesamten intrapelvinen arteriellen Systems mit Kaliberschwankungen, aber noch vorhandener Durchgängigkeit und gut palpablem Puls an der Leiste. In der rechten A. femoralis lag ein langstreckiger Verschluß von 22 cm Länge vor. Weiterhin auch ein Verschluß der A. tib. post. bis zur A. plantaris pedis. Linksseitig Lumeneinengungen vorwiegend im Adduktorenkanal und Verschlüsse der A. tib. post. im distalen Unterschenkeldrittel und der A. peronea in Höhe der Bifurkation. Kompensatorische Dilatation der Tibialis ant. mit ausgeprägtem Kollateralkreislauf.

Es erfolgte eine weitestgehende Desobliteration der Profundagabel und der proximalen A. femoralis rechts. Die Inzision wurde mit einem Flicken aus Solcograft gedeckt. Nach Anlegen einer distalen Inzision unterhalb des obturierenden Gefäßzylinders im 2. Abschnitt der A. poplitea, Implantation eines femoropoplitealen Solcograft-Bypasses. Vor dem endgültigen Verschluß orthograde und retrograde Säuberung und Blutung. Gute Pulsationen in der Peripherie (1978).
Die postoperative Wundheilung verlief reizlos und primär. Einwandfreie dikrote Pulswellen und große Oszillationsamplituden bis zum Fuß wurden gemessen (Abb. 12). Die Fußpulse waren einwandfrei zu tasten, der Patient wurde beschwerdefrei entlassen.



Vergleichende prä- und postoperative Oszillogramme (oben) und rheographische Ausschläge (unten), jeweils vom Unterschenkel und über der A. dorsalis pedis abgeleitet.

Nr. 7 (Archiv-Nr. 7612208, 7710866, 7810223)

M. D., 71-jährige Patientin. Bei ihr wurde in zwei Sitzungen zunächst im November 1976 eine Desobliteration der rechten A. subclavia und im Anschluß daran im April 1977 das gleiche Verfahren links durchgeführt. Die Patientin hatte über ziehende Schmerzen in beiden Oberarmen, Krämpfe und Parästhesien in den Fingern beider Hände und über erhebliche Schwindelanfälle geklagt. Keine doppelseitigen Diplopien. Über beiden Karotiden wurden Stenosegeräusche gehört, die Axillaris- und Radialispulse waren beidseits nicht tastbar. Ihr Diabetes mellitus wird mit 2 g Rastinon im Normalbereich gehalten.

Die Aortenbogenangiographie hatte 1976 einen langstreckigen Verschluß der rechten A. subclavia von der Höhe des Abgangs der A. subclavia bis zum Übergang der A. axillaris erkennen lassen. Nach der Desobliteration von zwei Einschnitten aus waren gute Pulsationen in der Peripherie an der rechten A. radialis am Truncus brachiocephalicus fühlbar gewesen.

Linksseitig war 1977 ebenfalls wegen eines supraaortischen Verschlusses unmittelbar nach Abgang der A. vertebralis desobliteriert worden. Zusätzlich war auf dieser Seite eine Dehnung des peripheren Anteils der A. brachialis vorgenommen worden. Die histologische Untersuchung des eingeschickten Gewebematerials hatte eine Riesenzellarteriitis mit schwerer stenosierender Arteriosklerose ergeben.

Im Februar 1978 beginnende Nekrotisierung an den Fingerspitzen, Blauverfärbung der Hände, Pulslosigkeit der Arme und Verschlechterung des Sehvermögens.

Im Vergleich zur ersten Angiographie jetzt Durchgängigkeit der rechten Subklavia bis zur A. brachialis, aber nach wie vor fehlende Darstellung der A. vertebralis dextra, während linksseitig die Veränderungen in der Subklavia, Axillaris und Brachialis unverändert waren. Im Rheo- und Oszillogramm stark reduziertes Zirkulationsbild, links schlechter noch als rechts.

Unter EEG-Kontrolle wurden beide Karotiden nacheinander abgedrückt, ohne daß Veränderungen eintraten. Um keine intrathorakale Operation bei dem Alter der Patientin und den vorhandenen Vernarbungen durchführen zu müssen, wurde beidseits eine 6 mm - lumige Solcograft-Prothese als Bypass von der Carotis zur A. brachialis angelegt. Danach ausgiebige Pulsationen in der Peripherie (1978).

Drei Wochen später Ausbildung eines rupturierenden Aneurysma im Anastomosenbereich der heterologen Prothese und der rechten Carotis communis. Es ließ sich keine Nahtinsuffizienz erkennen; in der Längsrichtung der Prothese fand sich ein kleiner Einriß. Es erfolgte die Interposition eines 1,5 cm langen Solcograft-Prothesenstückchens nach der Resektion der schadhaften Stelle.

Nach 2 1/2 Wochen wiederum rechtsseitige Aneurysmabildung. Die Anastomose der Prothese zur A. carotis communis war zerfleddert und insuffizient, so daß

dieser Anteil der Carotis reseziert und durch Interposition einer 4-6 cm langen Weavenitprothese überbrückt werden mußte. Die distale Anastomose der Solcograft-Prothese blieb unberührt. Sie war verstopft. Ihr peripheres Ende wurde ligiert und belassen. Lokale und parenterale Antibiotikaapplikation. Erstaunlicherweise existierten tastbare Pulsationen in der Peripherie (Abb. 13). Der Radialispuls imponierte links kräftig, rechts war er abgeschwächt tastbar. Offensichtlich haben Kollateralgefäße eine gute Funktion übernommen. Ein adäquates Ergebnis konnte auch im Oszillogramm und Rheogramm aufgezeichnet werden.

Die Nekrosen an den Akren bildeten sich weitgehend zurück. Die Wundheilung verlief unter gezielter antibiotischer Therapie primär, so daß die Patientin bei Wohlbefinden entlassen werden konnte.

Mehrere Kontrolluntersuchungen bestätigten diesen Befund. Zu erwähnen ist noch, daß im Präparat der A. carotis eine umschriebene unspezifische Arteriitis histologisch bestätigt wurde.

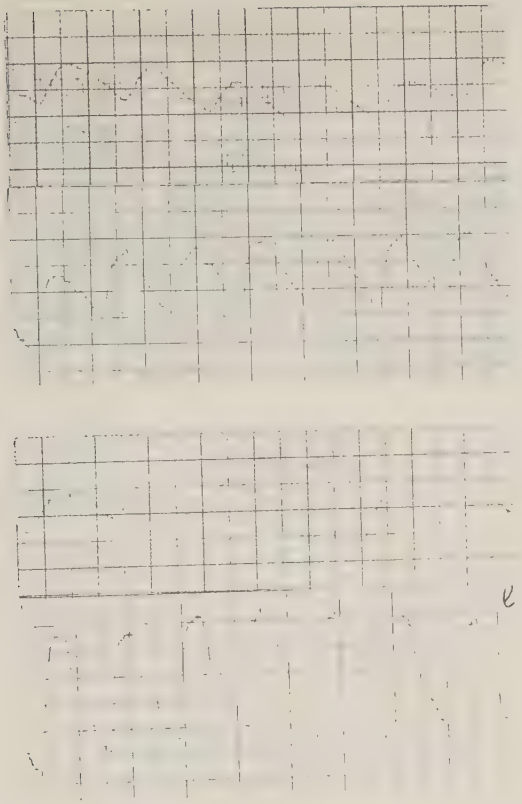


Abb. 13:

Untereinander geordnete prä- und postoperativ angefertigte Rheogramme vom rechten (oben) und linken (unten) Unterarm.

Nr. 8 (Archiv-Nr. 7810383, 7810757)

H. B., 45-jähriger Gastwirt und starker Raucher. Klagte seit drei Jahren über Schmerzen in der linken Wade nach einer Gehstrecke von 400 m, zuletzt nur noch 150-200 m. Nach längerem Gehen auch Claudicatio im rechten Unterschenkel. Vor einiger Zeit auch Blauverfärbung der linken Großzehe, die unter Einnahme von Trental rückläufig war. Neben seinem starken Zigarettenkonsum von über 25 Stück täglich seit 26 Jahren gab er an, täglich zusätzlich etwa 10 Gläschen Schnaps zu trinken. Trotzdem befand sich der Patient in einem guten EZ und KZ.

Die linke A. femoralis ließ sich nur noch schwach tasten, beidseits hier Stenosegeräusche. In beiden Kniekehlen und an beiden Füßen waren keine Pulse tastbar. Im Oszillogramm nur niedrige Amplituden, auch an beiden Oberschenkeln, während im Rheogramm über diesem Abschnitt noch eine dikrote, wenn auch verbreiterte Pulskurve sichtbar wurde. Verschlechterung dieses Bildes nach peripher und links ausgeprägter als rechts.

Im Beckenbereich angiographische Darstellung auffallend starker gradliniger Kaliberverminderung der rechten Iliaca externa. Im Bereich der linken unteren Extremität Verschluß der A. femoralis vom Profundaabgang bis zum Austritt aus dem Adduktorenkanal. Ausgeprägter Kollateralkreislauf über der dilatierten Profunda femoris. Am Unterschenkel Verschluß der A. tib. ant. und A. fibularis im distalen Unterschenkeldrittel. Am rechten Bein gleicher Röntgenbefund.

Da bei diesem Befund eine vollständige Desobliteration wegen Kalkschollen unmöglich war, erfolgte 1978 die Implantation eines femoro-poplitealen Bypasses aus Solcograft links. Die Femoralarterie war in der Leistenbeuge pulslos und vollständig verschlossen. Da der Profundakreislauf einwandfrei war, wurde unterhalb der Profundagabel nach ausgiebiger retrograder und orthograder Desobliteration die proximale Prothesenanastomose gefertigt, danach distale End-zu-Seit-Anastomose im 1. Popliteadrittel. Im Rheogramm dokumentierte sich eine deutliche Zunahme der Amplituden, die A. dorsalis pedis ließ sich schwach tasten.
Im Bereich der Leistenwunde kam es zu einer Sekundarheilung. Die histologische Befundung ergab eine schwere Arteriosklerose mit obliterierenden Thromben.

Sechs Wochen nach diesem Eingriff berichtete der Patient von einem plötzlichen heftigen Schmerz in der linken Wade mit danach einsetzender Kälte und Taubheit im linken Fußbereich. Wenige Tage darauf auch heftige Ruheschmerzen und beginnende Blauverfärbung der 1. und 2. Zehe links mit äußerst starker Druckdolenz. Die A. femoralis ließ sich tasten, über der Prothese und weiter distal jedoch keine Pulsationen. Im Rheogramm und Oszillogramm eindeutiges Verschlußbild. Laut Arteriographie Verschluß der A. iliaca interna links von der Iliacagabel bis zum Übergang zur A. femoralis. Nach distal kompletter Femoralisverschluß einschließlich der Poplitea und der proximalen Unterschenkelgefäßanteile. Nur mäßiger Kollateralkreislauf zur Profunda femoris. Da die Prothese mit Sicherheit völlig thrombosiert war, wurde vor Durchführung einer Amputation der Versuch unternommen, trotz allem eine Durchgängigkeit der Ober- und Unterschenkelgefäße zu erzielen.

Iliacofemoral wurde eine Weavenitprothese implantiert. Die gesäuberte Solcograftprothese, die an der distalen Anastomose durch Thromben verschlossen war, wurde proximal und distal angefrischt und mittels zwei Solcograftinterponaten proximal und distal erneut mit dem Gefäß anastomosiert. Der operative Verlauf war durch mehrfache Thrombosierungen, die mit Fogarty-Kathetern beseitigt werden mußten, kompliziert. Letztlich wurden Pulsationen peripher von der distalen Anastomose als auch zwischen dem distalen Prothesenanteil und der A. poplitea festgestellt (1978).

Dieser Marathonoperation war kein Erfolg beschieden. 10 Tage später erneut heftige Ruheschmerzen mit Sensibilitätsverlust. Eine Demarkierung der Gangränbildung bahnte sich an. Die Ablatio femoris links war unvermeidbar. Zu bemerken ist, daß beim Abladieren kaum eine Blutung vorlag.
Der weitere Klinikaufenthalt verlief komplikationslos. Die histologischen Befunde der entnommenen Prothesenanteile veranschaulichen die Abbildung 14 und 15.

Abb. 14

Abb. 15

Abb. 14 und 15:

Solcograft-Prothese, rethrombosiert mit undurchgängiger distaler Anastomose 11 Wochen nach der Implantation. Im Gegensatz zu den Vorbefunden Entzündungszeichen in allen Schichten. Kollagenes, teils hyalinisiertes Bindegewebe ohne Kerne. Teils diffuse, teils herdförmige Lymphozyten- und Plasmazellinfiltrationen. Nach außen zunehmend herdförmig vorhandene eosinophile und polymorphkernige Leukozyten. Perivaskuläre Lymphozyteninfiltrationen. In der Nähe von Nahtmaterial Fremdkörperreaktionen. Die Faserstruktur ist herdförmig aufgelockert. Das Lumen wird teilweise von Endothelzellen ausgekleidet. Vereinzelt lassen sich noch Reste elastischer Fasern nachweisen. E 9386/78, Färbung Elastica von Gieson und HE, Vergrößerung 15,5:1 und 50:1.

Nr. 9 (Archiv-Nr.: 7811017)

L. B., 66-jährige, adipöse Patientin. Sie klagte seit einem halben Jahr über Wadenschmerzen im linken Bein nach einer Gehstrecke von etwa 40-50 m. In der Familie litt der Vater auch unter Durchblutungsstörungen der Beine, die Mutter starb an Herzinfarkt und eine Schwester ist zuckerkrank. Sie rauchte täglich bisher immer 20 Zigarteen. Im EKG Nachweis einer Koronarinsuffizienz bei vermehrter Rechtsherzbelastung. Keine Ödeme, keine Varikosis.

Am linken Bein waren in der Kniekehle und am Fuß keine Pulse tastbar. Im Rheogramm und Oszillogramm eindeutiges Bild von hochgradigen Stenosen, vornehmlich des linken Beines.

Die Arteriographie des Beckens und der Beine zeigte im wesentlichen eine hochgradige Sklerathéromatose der linken A. femoralis und A. profunda mit hochgradiger filiformer Stenose der Femoralis in Höhe des Adduktorenkanals bei mäßig ausgeprägtem Kollateralkreislauf. Leichte Kaliberschwankungen, aber Durchgängigkeit der Unterschenkelarterien. Rechts fanden sich keine ausgeprägten Stenosierungen in der Oberschenkeletage, sondern vielmehr im Bereich aller Unterschenkelarterien.

Von zwei Einschnitten aus wurde linksseitig nach ortho- und retrograd desobliteriert. In Femoralismitte stieß man dabei auf ein Hindernis aus festhaftendem Kalkmaterial, so daß man sich zur Anlage eines Solcograft-Bypasses mit einem Lumen von 8 mm entschloß. Nach Fertigstellung der Anastomosen exzellente Pulsationen in der abführenden A. poplitea (1978).

Der postoperative Verlauf gestaltete sich völlig komplikationslos. Im Rheogramm manifestierte sich eine einwandfreie dikrote Pulswelle mit steilem Gipfel, das oszillographische Bild bot ebenfalls kräftige Amplituden auch über Fußrückenmitte, Fußpulse palpatorisch sehr kräftig (Abb 16). Die Patientin konnte wieder beschwerdefrei gehen und Treppensteigen. Eine Verschlechterung ist nach Ablauf von 1 1/2 Jahren nicht eingetreten.

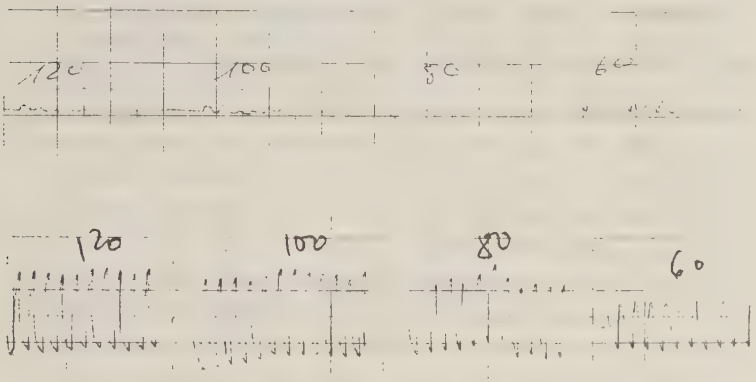


Abb. 16:

Distales Unterschenkel-Oszillogramm vor (oben) und nach der Operation (unten).

Nr. 10 (Archiv-Nr.: 7810382)

A. G., 61-jähriger vorgealterter Patient in reduziertem AZ und KZ, der wegen eines seit 1958 bestehendem schweren Asthma bronchiale seine Durchblutungsstörungen erst bei einer verkürzten Gehstrecke von 20 m bemerkt hatte, vornehmlich verbunden mit Krämpfen in erster Linie im rechten Bein. Seit vier Wochen auch Ulcera an der rechten Ferse und Ruheschmerzen. Keine Ödeme, jedoch ausgeprägte Varikosis an beiden Unterschenkeln, rechts mehr als links.

Pulsationen waren einschließlich der A. poplitea auch an beiden Füßen nicht mehr tastbar. Im Oszillogramm linksseitig noch registrierbare Ausschläge, rechts kaum nennenswerte Amplituden. Ein adäquates Bild auch im Rheogramm.
Die Arteriographie der rechten unteren Extremität in Lokalanästhesie zeigte einen fast vollständigen Verschluß der rechten A. femoralis vom Profundaabgang abwärts bis zur Poplitea, eine gute Kontrastierung der A. tib. ant. und eine insgesamt hypoplastische A. tib. post. bei dilatierter Peronea.

Wegen der stark reduzierten willkürlichen Atemwerte erfolgte die Operation (1978) in balancierter Anästhesie mit erhaltener Spontanatmung und in Lokalanästhesie. Der Profundaabgang war z. T. verkalkt, distal davon vollkommene Stenosierung der Femoralarterie. Kalkartige Verhärtungen fanden sich ebenfalls im 1. Popliteadrittel bis tief in die Poplitea hinein. Eine Desobliteration war hier nicht möglich.

Nach Befreiung der Profundagabel wurde die A. poplitea nach distal mit dem Fogarty-Katheter aufgedottert und ein femoro-poplitealer Solcograft-Bypass angelegt. Nach Fertigstellung gute Pulsationen in der Peripherie.

Der postoperative Heilungsverlauf verzögerte sich durch eine Hämatombildung im Bereich der rechten Wade sowie durch eine partielle Sekundärheilung der Leistenwunde. Meßtechnisch ließen sich nur gering verbesserte Durchblutungsverhältnisse feststellen. Der Vorderfuß war jedoch warm und die Pulsation über der Prothese gut.

Der Patient erlitt mehrere Asthmaanfälle, eine rechtsseitige Pneumonie ließ sich trotz Antibiotikaabschirmung nicht verhindern und der Allgemeinzustand verschlimmerte sich rapide. Ausschlaggebend für den tödlichen Verlauf war letztlich die Ausbildung eines rechtsseitigen Spontanpneumothorax, der zwar behoben werden konnte, aber eine Lungenfistel nicht verhinderte. Der Patient verstarb auf Grund der pulmonalen Insuffizienz unter den Zeichen eines Herz-Kreislaufversagens.

Nr. 11 (Archiv-Nr.: 7411961, 7610751, 7712325, 7810723)

H. Th., eine 44-jährige Patientin, bei der bereits 1974 wegen einer Claudicatio intermittens im klinischen Stadium III-IV eine rechtsseitige Desobliteration der A. femoralis durchgeführt worden war. Damals fanden sich im Beckenbereich multiple Stenosierungen sämtlicher intrapelvinen Gefäße, eine deutliche Lumeneinengung der rechten A. femoralis mit hochgradiger Stenosierung in Höhe des Adduktorenkanals und ein Verschluß der A. tib. ant. im oberen Unterschenkeldrittel. Es wurde von einem Schnitt im 1. Popliteadrittel thrombendarteriektomiert und die Inzisionsstelle mit einem Venenflicken aus der V. saphena magna gedeckt. Postoperativ waren die Fußpulse rechts wieder tastbar gewesen, die Gehstrecke unbegrenzt.

An Begleiterkrankungen waren zu der Zeit bei der Patientin eine geringe Hypertonie, Hypercholesterinämie, ein asymptomatischer Diabetes mellitus und Nikotinabusus bekannt.
Nach der stationären Entlassung war die Marcumarbehandlung schon bald vom Hausarzt abgesetzt worden, die Patientin erhielt statt dessen Fludilat-Tabl. Allmählich kam es wieder zu einer Verkürzung der schmerzfreien Gehstrecke, nach max. 300 m erneut stechende Schmerzen in der rechten Wade.

In einer Rehabilitationsklinik wurde ein eifriges Belastungstraining mit Massagen durchgeführt. Trotz allem verringerte sich die Gehstrecke auf 175 m.

Rheographisch konnten akzeptable dikrote Wellen bis in beide Füße verfolgt werden, sämtliche Pulse der rechten unteren Extremität waren nur schwach tastbar. Die A. tib. post. ließ sich nicht palpieren. Eine translumbale Aortaarteriographie zeigte beidseits Stenosierungen im Becken- und Femoralisbereich. Die Unterschenkelarterien waren nicht sicher zu beurteilen.
Da sich keine eindeutige Verschlußsituation vorfand, indessen ein hoher Sympathikotonus mit kalten Akren registriert wurde, führte man 18 Monate nach dem Ersteingriff eine beiderseitige Sympathektomie durch, die der Patientin seitens der "Aggartal-Klinik" empfohlen worden war.

Ein halbes Jahr später erneut heftige Claudicationsschmerzen bereits nach 50 m in der rechten Wade. Es wurde ein frischer Femoralisverschluß rechts diagnostiziert und eine Lysebehandlung in einer auswärtigen Klinik mit Streptokinase durchgeführt. Eine Lumeneröffnung konnte unter dieser Therapie nicht erreicht werden, die freie Gehstrecke ließ sich jedoch auf 300 m steigern.

Jetzt fast zwei Jahre später erneute Aufnahme wegen zunehmender Claudicationsbeschwerden, Blauverfärbung des linken Fußes und häufiger Ruheschmerzen. Pulse ließen sich an beiden Beinen nicht mehr tasten, im Rheo- und Oszillogramm waren hochgradige Stenosekurven sichtbar.
Die Becken- und Extremitätenarteriographie ergab eine deutliche Progredienz der skleratheromatösen Veränderungen, die Stenosen waren stärker geworden. Verschluß der A. fem. dext.

Operativ wurde eine linksseitige Desobliteration der A. femoralis von zwei Einschnitten aus durchgeführt. Proximale Inzision oberhalb der Profundagabel, distal im 1. Popliteadrittel. Beide wurden mit Solcograftflicken gedeckt. Nach Freigabe der Zirkulation gute periphere Pulsationen in der Kniekehle. Auf der rechten Seite nach Querinzision unterhalb der Profundagabel von hier aus ausgiebige ortho- und retrograde Desobliteration. Danach Durchtrennung der A. femoralis, da nach der Querinzision und den nachfolgenden Manipulationen lediglich eine kleine Gewebsbrücke die Gefäßenden verband. Eine sichere End-zu-End-Anastomose gelang nicht, deshalb wurde nach exakter Desobliteration der Profundagabel ein etwa 4 cm langes Interponat aus Solcograft mit proximaler End-zu-Seit-Anastomose und distaler End-zu-End-Anastomose eingenäht. Die untere Inzision in Höhe des Adduktorenschlitzes wurde ebenfalls mit einem Solcograftflicken verschlossen. Nach Freigabe der Zirkulation ausgezeichnete Pulsationen in der Peripherie (1978).

In der Nacht nach der Operation Nachblutung durch eine Gerinnungsstörung infolge Heparinwirkung. Die Prothese und das Gefäß selbst waren tadellos durchgängig, es fand sich keine Nahtinsuffizienz, ein kleines arterielles Gefäß blutete intensiv.

Eine Woche später kam es in diesem Operationsgebiet wiederum zu einer Nachblutung aus einem kleinen durchtrennten Kollateralgefäß 1 Qf. distal des unteren Solcograftflickens. Die Inzision selbst war dicht.

Unter Antibiotikaschutz komplikationsloser Wundheilungsverlauf. Die Fußpulse waren beiderseits einwandfrei tastbar, im Oszillo- und Rheogramm eindeutige Zunahme der Amplituden und dikrote, steile Pulskurven über allen Extremitätenabschnitten (Abb. 17, 18, 19). Die Patientin konnte völlig beschwerdefrei entlassen werden. Bei mehrmaligen Kontrollen wurde ein unverändert guter Durchblutungsbefund festgestellt.

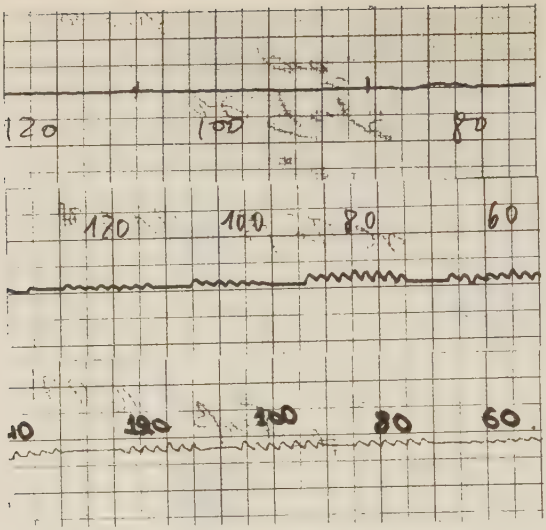


Abb. 17:
Oszillometrische Ausschläge über der A. dorsalis pedis präoperativ am 31.03.78 und postoperativ vom 31.05.78 und 16.12.78.

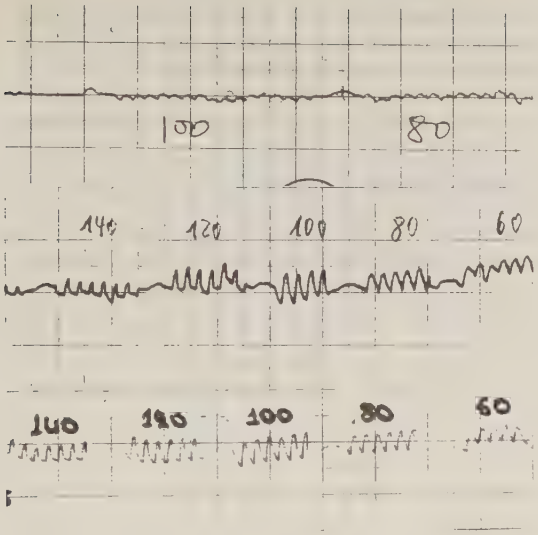


Abb. 18:
Oszillometrie vom Unterschenkel zu o.g. Zeitpunkten.

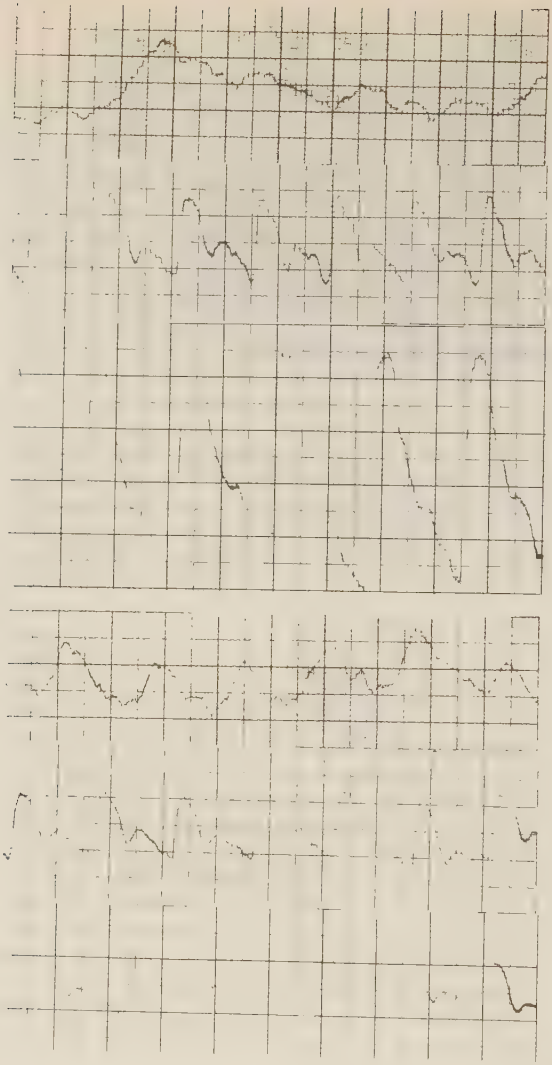


Abb. 19:
Rheographische Aufzeichnungen über dem rechten Fuß (unten) und rechten Unterschenkel (oben) präoperativ vom 31.03.78 und postoperativ vom 30.05.78 und 18.12.78

Nr. 12 (Archiv-Nr.: 7811130)

M. Sch., 61-jährige, adipöse Patientin in befriedigendem AZ, klagt seit zwei Jahren über Claudicatio intermittens. Die beschwerdefreie Gehstrecke betrug zuletzt nur noch etwa 50 m, danach heftige Schmerzen vornehmlich im rechten Fuß, gelegentlich auch in der linken Wade. Taubheitsgefühl im Bereich des rechten Fußes. Nachts des öfteren Wadenkrämpfe, kein Ruheschmerz. Seit 15 Jahren leidet die Patientin an einer chronischen Bronchitis, seit 10 Jahren ist ein Diabetes mellitus bekannt, der unter 3 x 1 Tabl. Glucophage ret. relativ gut eingestellt ist. Im EKG coronare Minderdurchblutung. Keine Ödeme, keine Varizen.

Pulsationen waren über der A. femoralis sowohl links als auch rechts tastbar, sämtliche anderen Fußpulse, außer einer schwach tastbaren A. poplitea links, nicht palpabel.

Die Beckenarteriographie zeigte eine mäßige Skleratheromatose der unteren Aorta abdominalis bei auffallend schmalem Kaliber der Aorta sowie des gesamten intrapelvinen arteriellen Gefäßsystems. Ausgeprägte Skleratheromatose der A. iliaca comm. und ext. rechts bei ausgeprägten konzentrischen Stenosen der A. iliaca int. rechts. Die A. iliaca comm. sin. ist 1 Querfinger vor der Iliakagabel hochgradig exzentrisch stenosiert, mehrere filiforme Stenosen im Hauptstammbereich der A. iliaca interna sin.

Die Arteriographie der linken unteren Extremität zeigte ein auffallend enges Kaliber der gesamten A. femoralis, der A. poplitea und der A. profunda fem. bei mäßigen skleratheromatösen Veränderungen. Verschluß der A. tib. post. in Höhe des proximalen Unterschenkeldrittels. Multiple segmentale Stenosen der A. peronea und A. tib. ant. in ihrem gesamten Verlauf.

Die Arteriographie der rechten unteren Extremität ergab eine 5 mm lange hochgradige Stenose der A. femoralis 3 Querfinger unterhalb des Profundaabganges bei Verschluß der A. femoralis in Höhe des Adduktorenkanals über eine Länge von etwa 3 cm. Mäßig ausgeprägter Kollateralkreislauf über die Rami perforantes I-III der nur leicht erweiterten A. profunda zum distalen Femoralisschenkel. Gute Kontrastierung der A. tib. ant. und post. Deutliche Skleratheromatose sämtlicher Unterschenkelgefäße mit vereinzelten segmentalen Stenosen. Kein Hinweis für einen Gefäßverschluß.
Im Oszillogramm beidseitig nahezu identische, nur minimale Amplitudenbildung. Im Rheogramm rechtsseitig sehr flache Pulskurvenform, während links angedeutet dikrote Wellen bis zum Fuß registrierbar waren.
Von einem abdominellen Eingriff wurde wegen der reduzierten Atemwerte der Patientin abgesehen. Obwohl die peripheren Durchblutungsverhältnisse wegen des vorhandenen Diabetes nicht eindeutig zu beurteilen waren, erschien eine restaurative Operation indiziert.

Nach Freilegung der Leistengegend fanden sich in der A. femoralis rechts oberhalb des Abganges der A. profunda noch gute Pulsationen. Die A. femoralis selbst war aber am Abgang der Profunda schon verstopft. Danach Freilegung des Popliteadrittels I und Aufspaltung des Adduktorenschlitzes. Mit dem Fogarty-Katheter gelangte man nur bis in eine Tiefe von 20 cm. Ein retro- und orthograder Desobliterationsversuch gelang nicht, weil z.T. kalkige obturierende Plaques so fest mit der Gefäßwand verwachsen waren, daß beim Vorschieben der Ringsonde die Gefahr einer Perforation bestand. Deshalb nur weitestgehende Desobliteration der Anastomosenstellen. Implantation einer Solcograftprothese von 31 cm Länge mit Anlage zunächst der proximalen Anastomose in einem Winkel von 35 Grad. Blutdichtigkeit nach einigen zusätzlichen Stichen. Danach End-zu-Seit-Anastomose distal. Gute Pulsation in der distalen A. poplitea. Nach Freigabe der Zirkulation erwies sich der Bypass als etwas zu lang, so daß etwa 5 cm distal der proximalen Anastomose 2 cm reseziert wurden. Wiedervereinigung der Prothese mittels hinterer Blalocknaht und vorderer überwendlicher Naht. Erneut gute Pulsationen in der distalen A. poplitea (1978).

Der postoperative Heilungsverlauf war komplikationslos. Sieben Wochen nach der Operation oszillographisch verbesserte Durchblutungsverhältnisse in der Ober- und Unterschenkeletage. Der Puls der A. poplitea rechts ist tastbar, die Fußpulse nicht. Die Patientin selbst bemerkte eine wesentliche Verbesserung ihrer Gehleistung. Bis heute ist keine Verschlechterung beobachtet worden.

Nr. 13 (Archiv-Nr.: 7811464)

A. G., 51-jähriger Patient, klagte seit über 3 Jahren über Durchblutungsstörungen in beiden Beinen, die sich als heftige Wadenschmerzen nach einer beschwerdefreien Gehstrecke von zuletzt nur noch 40-50 m bemerkbar machten. Es wurden ebenfalls nächtliche Ruheschmerzen, kribbelnde Parästhesien und nadelstichartige Schmerzen bei Fußberührung angegeben. Es bestand ein jahrelanger täglicher Zigarettenkonsum von etwa 15 Stück. Der Patient hatte 1972 einen Herzinfarkt erlitten. Seit mehreren Jahren war ein latenter Diabetes mellitus und eine chronische Bronchitis bekannt.

Am linken Bein ließen sich einschließlich der Kniekehle auch keinerlei Fußpulse tasten, an der kontralateralen Extremität waren diese Pulse noch sehr schwach vorhanden. Oszillographisch gelang es, nur sehr kleine Amplituden mit zunehmender Abnahme nach distal darzustellen. Während sich im Rheogramm einwandfrei noch dikrote Wellen über dem Ober- und Unterschenkelabschnitt zeigten, wurden linksseitig jedoch nur sehr flache Pulskurven sichtbar.

Angiographisch bestand ein langstreckiger Verschluß der linken A. femoris von Adduktorenkanalmitte bis zum mittleren Popliteadrittel mit mäßig ausgebildetem Kollateralkreislauf über die Rami perforantes I-III. Im Unterschenkel Verschlüsse der A. tib. ant. im mittleren Unterschenkeldrittel und der A. peronea. Rechtsseitig fand sich ein etwa 5 cm langer Verschluß

der Femoralarterie im Bereich des Adduktorenkanals, sowie ein Verschluß der A. peronea im distalen Unterschenkeldrittel. Da auf dieser Seite gute Kollateralgefäße und eine gute Kontrastierung der Unterschenkelarterien bestand, wurde eine restaurative Operation an diesem Bein für später vorgesehen. Man wandte sich deshalb zunächst dem linken Bein zu.

In der Profundagabel ließen sich keine obturierenden Massen palpieren, ebenso nicht im unteren Popliteadrittel und über der Gabelungsstelle. Da die V. saphena magna untauglich war, wurde eine Prothese aus Solcograft als Bypass implantiert. Die proximale Anastomose erfolgte in Femoralismitte nach einwandfreier Desobliteration der Inzisionsumgebung. Gleiches Vorgehen im distalen Popliteadrittel mit Fertigstellung der unteren Anastomose. Erwähnenswert ist eine Undichtigkeit der Prothese an einer Stelle, wo bei der Herstellung ein Abgangsgefäß unterbunden worden ist. Nach Applikation eines Teflonfilzflickens sistierte die Blutung. Nach Operationsabschluß waren sämtliche Fußpulse tastbar (1978).

Postoperativ zunächst komplikationsloser Heilungsverlauf sämtlicher Wunden. Im Bereich der Kniewunde kam es zu einer oberflächlichen Wundheilungsstörung durch eine Schmierinfektion mit Pyoceaneus und Klebsiella. Durch gezielte Antibiotikagabe verschloß sich auch dieser Wundbezirk.

Die Operation verhalf den Patienten in ein Beschwerdestadium I-II, sein Zustand verschlechterte sich bis heute nicht.

Nr. 14 (Archiv-Nr.: 7910276)

W. P., 49-jähriger Patient, der schon vier Herzinfarkte überlebt hat und dessen Eltern beide durch Herzinfarkt verstorben sind, wurde mit peripheren Durchblutungsstörungen im klinischen Stadium IV aufgenommen. Anamnestisch ist ein jahrelanger Alkoholabusus bekannt. Im Gefolge davon entwickelte sich eine Fettstoffwechselstörung.

Acht Monate vor der Aufnahme war außerhalb eine Desobliteration der linken A. femoralis durchgeführt worden; die Erweiterungsplastik vereiterte und es hatte sich ein Aneurysma ausgebildet, das beseitigt werden konnte. Nach erneuter Ausbildung eines Aneurysmas an gleicher Stelle war die Femoralarterie unterbunden worden, nachdem durch eine Profundaplastik ein ausreichender Profundakreislauf hergestellt worden war. Der Operationserfolg war nur von kurzer Dauer und es kam zu fortschreitenden Nekrosen im Vorfußbereich.

Bei der Aufnahme fand sich eine Gangrän auf der Großzehenkuppe, im Anfangstadium auch an der 2. Zehe und ebenfalls über dem Köpfchen des 1. Mittelfußknochens. Rechtsseitig wurden keine nennenswerten Beschwerden geäußert. Wadenkrämpfe im linken Bein waren erstmalig vor 1 1/2 Jahren geklagt worden. Nach den ersten restaurativen Eingriffen war keine Befundbesserung eingetreten. Schon nach einer kurzen Gehstrecke stellten sich heftige Claudikationsbeschwerden ein, zuletzt auch Ruheschmerzen.

Arterielle Pulse ließen sich an beiden Füßen nicht mehr palpieren, die A. femoralis war in der linken Leistenbeuge nur äußerst schwach tastbar. Im Rheogramm Darstellung von nur angedeutet erkennbaren Pulskurven über allen Abschnitten beider Beine, wobei links eine nur graduelle Besserung sichtbar wurde. Im Oszillogramm nur minimale Amplituden über dem rechten Oberschenkel, linksseitig auch noch über dem Unterschenkel, nach peripher hin eindeutiges Verschlußbild.

Die Arteriographie zeigte hochgradige Stenosen der A. iliaca int. sin. mit poststenotischer Ektasie. In der linken A. femoralis langstreckiger Verschluß vom Profundaabgang bis zur Mitte des Adduktorenkanals. Kollateralkreislauf über die Rami perforantes I-III einer nur mäßig kompensatorisch erweiterten A. profunda femoris. Zusätzlich konzentrische Profundastenose unmittelbar nach ihrem Abgang aus der A. femoralis. Distal des Verschlusses auffallende Kaliberminderung bis zur A. poplitea. Verschluß auch der A. tib. ant. und post. mit kompensatorisch erweiterter A. peronea. Rechtsseitig ebenfalls langstreckiger Femoralisverschluß vom Profundaabgang bis zum Austritt aus dem Adduktorenkanal. Verschluß der A. tibialis und A. peronea im distalen Unterschenkeldrittel. Unregelmäßiger Kollateralkreislauf.

Die linke A. iliaca wurde extraperitoneal freigelegt, Inzisionen auch in Oberschenkel- und Popliteamitte. Implantation eines 55 cm langen Bypasses von der A. iliaca bis zum mittleren Popliteadrittel. Der Graft

bestand auch einer 30 cm langen Dacron-Prothese, die nach distal durch End-zu-End-Anastomose mit einer Solcograft-Prothese auf entsprechende Länge gebracht wurde. Mittels Schublehre stellte man fest, daß das Lumen des heterologen Transplantats, das mit 8 mm angegeben ist, tatsächlich eine Weite von 13 mm aufwies. Die Anastomose wurde jedoch derart bewerkstelligt, daß keine Stufenbildung entstand. Autologes Implantationsmaterial stand durch vorhergehende Operationen nicht mehr zur Verfügung. Vor Anfertigung der distalen Anastomose ausgiebige orthograde Desobliteration. Bei Freigabe der Zirkulation gute Pulsationen in der Peripherie (1979).

Am neunten postoperativen Tag mußte wegen einer Nachblutung an der unteren Anastomosenstelle interveniert werden. Die Blutungsstelle befand sich ca. 1 cm proximal der Naht an der Hinterwand der Solcograft-Prothese. Bei der Säuberung mit dem Fogarty-Katheter wurde die popliteale Anastomose irreparabel verletzt, so daß defekte Prothesenstücke einschließlich der Anastomose reseziert werden mußten. Der Defekt wurde durch Interposition eines etwa 6 cm langen Solcograft-Prothesenstückes überbrückt.

Am Abend erneuter Eingriff wiederum wegen einer Nachblutung, diesmal aus einem Stichkanal des Solcografts etwa in Oberschenkelmitte. Von einer Amputation wurde wegen der guten peripheren Pulsationen Abstand genommen.

Vier Wochen später konnte dem Patienten trotz klinischer Befundbesserung am Vorfuß eine Exartikulation der linken Großzehe nicht erspart bleiben.

Die Pulse waren weiterhin gut tastbar. Der linke Vorfuß blieb gerötet und druckempfindlich; es kam zu einer Nekrosebildung über der Dorsalseite des 1. Mittelfußköpfchens. Am 18.05.79 mußte die 2. Zehe reseziert werden. Die Ruheschmerzen verschlimmerten sich zusehends, so daß man am 29.05.79 eine Ablatio cruris links vornahm.

Ein Aneurysma spurium an der distalen Solcograft-Poplitea-Anastomose zwang dann am 03.06.79 zu einer Oberschenkelamputation. Bei Eröffnung des Aneurysmas spritzende Blutung, die auf eine Nahtinsuffizienz schließen ließ. Die Prothese erwies sich als durchgängig. Der periphere Abschnitt der A. poplitea war sondendurchgängig. An mehreren Stellen klaffte die Anastomose. Die innere Wandauskleidung der aufgeschnittenen Solcograft-Prothese bot makroskopisch ein unauffällige Bild. Aus der distalen Anastomose konnten zwei ältere Abscheidungsthromben entfernt werden. Durch sie war nur eine reduzierte Durchblutung möglich geworden. Auch der proximale Prothesenabschnitt erwies sich als vollständig frei mit unauffälligem Lumen. Hier ließen sich auch noch gute Pulsationen tasten.

Die postoperative Wundheilung war gekennzeichnet durch eine Sekundärheilung bei ansonsten gutem Allgemeinbefinden des Patienten. Makroskopischer und histologischer Befund sind in den Abb. 20 und 21 dokumentiert.

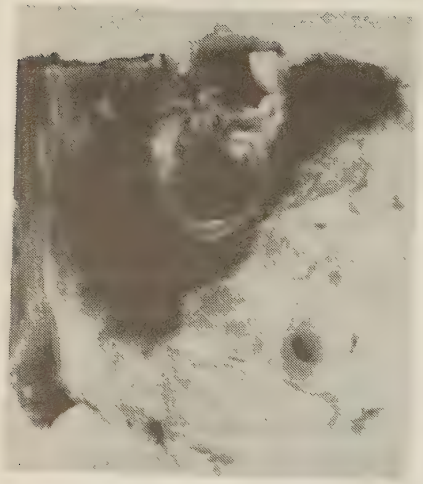


Abb. 20

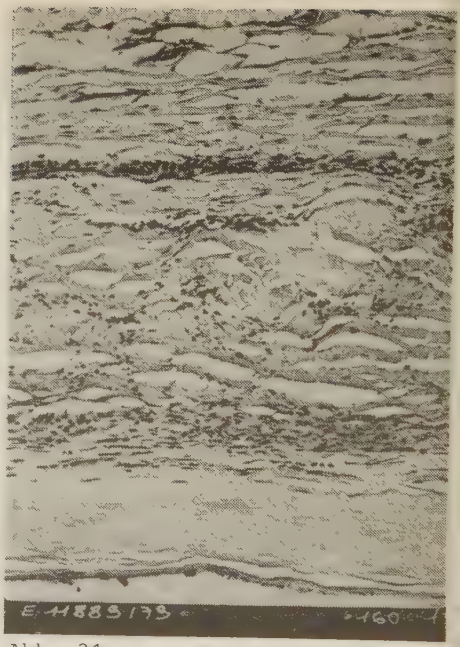


Abb. 21

Abb. 20:
Dargestellt ist die aufgeklappte distale Anastomose des Pat. G. P. Das Lumen war von einem Thrombus ausgefüllt. Implantationsdauer 12 Wochen.

Abb. 21:
Mikroskopisches Bild derselben Prothese. Innen balkig geronnene Fibrinschicht. Im subendothelialen Bindegewebe breite Histiozyteninfiltrate. Die angrenzenden Wandschichten bestehen aus eine Lage hyalinisierten kollagenfaserigen Bindegewebes, nach außen daran anschließend ein Saum proliferierender Fibroblasten, die vereinzelt bereits die gesamte Prothesenwand durchsetzt haben. Vereinzelt herdförmiger degenerativer Abbau der Prothesenwand. Reste elastischer Fasern sind noch vorhanden. Lockere herdförmige perivaskuläre lymphozytäre Infiltrate in den äußeren Wandschichte und im Interstitium der angrenzenden Skeletmuskulatur. Vor der Anastomose ausgedehnte Blutungen in den äußeren Gefäßwandschichte bis in das angrenzende Muskelgewebe hinein infolge Aneurysmabildung. E 11889/79, HE, 160:1.

Nr. 15 (Archiv-Nr.: 7911111)

H. G., 76-jähriger Patient in gutem EZ, reduziertem AZ und KZ, klagte seit 14 Jahren über linksseitige Wadenschmerzen nach zuletzt immer kürzer werdenden Gehstrecken. Zwischenzeitlich war es zu einer beginnenden Gangränisierung der linken Kleinzehe gekommen, die sich unter einer vasodilatierenden Therapie vollständig zurückgebildet hatte. Der reduzierte periphere Durchblutngsstatus blieb mehrere Jahre hinweg konstant. Im letzten Jahr nahmen die Claudikationsbeschwerden an Intensität zu. Der linke Unterschenkel verfärbte sich zunehmend zyanotisch und über der 3. Zehe links entstand eine nässende Ulzeration.

Anamnestisch bestanden keine prädisponierenden Erkrankungen. Der linke Femoralispuls ließ sich nicht palpieren, im Gegensatz dazu wies die rechte Seite eine gute Pulsqualität auf. Sämtliche übrigen unteren Extremitätenpulse waren ebenfalls nicht tastbar.

Oszillometrisch und rheographisch ließ sich lediglich in der rechten Oberschenkeletage ein zufriedenstellendes Durchblutungsbild darstellen. Im Unterschenkel- und Fußbereich, insbesondere links, weder nennenswerte Amplituden noch dikrote Wellenbildung.

Die Beckenarteriographie ergab neben einer ausgeprägten Sklerathromatose des gesamten intrapelvinen arteriellen Systems deutliche filiforme Stenosen hauptsächlich im Bereich der linken A. communis,

A. iliaca ext. und A. iliaca int. Nach distal sah man rechtsseitig einen langstreckigen Verschluß der A. femoralis von der Höhe des Profundaabganges bis zum Austritt aus dem Adduktorenkanal mit ausgeprägter Kollateralkreislaufbildung. Die A. tibialis ant. war verschlossen, ein kompensatorisch erweiterter Kollateralkreislauf bestand von Seiten einer erweiterten A. peronea und A. tibialis post.

Die linke A. femoralis war ebenfalls vom Profundaabgang bis zum Adduktorenkanal verschlossen. Gleichfalls bestanden auch hier ausgeprägte Umgehungskreisläufe. A. tibialis und A. peronea besaßen Verschlüsse im distalen Unterschenkeldrittel, während die A. tib. post. bis zur A. plantaris pedis gut kalibriert war.

Unter einer vasoaktiven Infusionstherapie und Bettruhe kam es zu einer Besserung des klinischen Bildes. Die livide Beinverfärbung ging zurück und auch die Ulzeration verkrustete ziemlich rasch. Trotz des vorgerückten Alters des Patienten entschloß man sich zu einer restaurativen Operation, da sonst der Verlust des Beines bevorstand. EKG und Spirometrie waren unerwartet gut. Wegen einer relativ ausgeprägten Varikosis auch an beiden Oberschenkeln wurde von vornherein auf die Verwendung einer V. saphena magna als eventueller Bypass verzichtet. Da rechts keine Beschwerden geklagt werden, wurde am 31.05.79 die linke Seite operativ angegangen.

Nach extraperitonealer Freilegung der Beckengefäße und Darstellung der Profundagabel wurde von Einschnitten über Iliaka- und Profundagabel weitgehend

ortho- und retrograd desobliteriert. Die Inzisionen wurden zur Implantation einer Weavenitprothese als Bypass benutzt. Es resultierten gute Pulsationen in der A. prof. fem. Die retrograde Desobliteration der A. femoralis vom 1. Popliteadrittel aus mißlang wegen eines kalkigen Verschlusses in der Mitte. In die A. femoralis und die A. poplitea wurde eine 31 cm lange Solcograft-Prothese implantiert. Hiernach fühlte man auch gute Pulsationen in der distalen A. poplitea (1979).

Unter Antibiotikaabschirmung und Marcumarisierung kam es postoperativ zu einer primären Wundheilung. Die peripheren Fußpulse ließen sich schwach tasten; eine oszillometrische und rheographische Kontrolluntersuchung bestätigte an Hand dikroter Wellen und großer Amplituden auch über der Unterschenkeletage auf der operierten Seite eine beträchtliche Zunahme der Durchblutungsqualität (Abb. 22). Am Entlassungstag bereiteten Treppensteigen und auch längere Gehstrecken dem Patienten keine Schmerzen mehr.

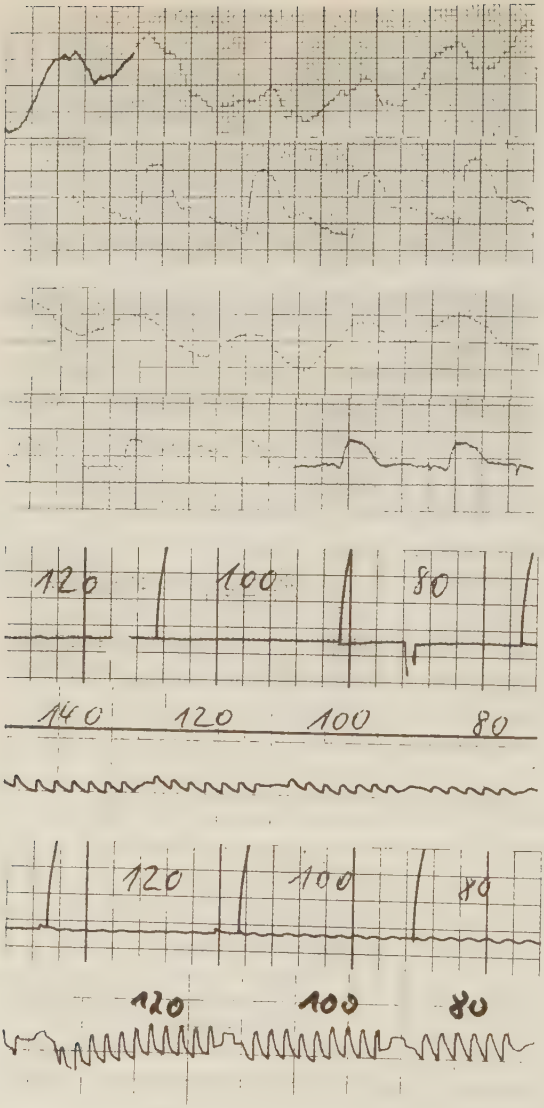


Abb. 22:
Vergleichende Rheogramme (oben) und Oszillogramme (unten) prä- und postoperativ vom distalen Unterschenkelabschnitt und von der A. dorsalis pedis.

VII AUSWERTUNG DES KRANKENGUTES

Als wesentliche Aufgabe der Dissertation wurde die exakte Dokumentation des Krankengutes aufgefaßt. Diesbezüglich wird auf das kasuistische Kapitel verwiesen.

In der Zeit von April 1976 bis Juli 1979 wurden bei 15 Patienten in 18 arteriell-rekonstruktiven Operationen 20 Bioprothesen implantiert. Eine Differenz zur Zahlenangabe in Tab. 3 ergibt sich durch das Faktum, daß viermal bei Zweiteingriffen zusätzlich Solcograftstücke angestückelt oder interponiert wurden. Das Patientengut bestand aus 5 Frauen in einem Durchschnittsalter von 62 Jahren und aus 10 Männern im Durchschnittsalter von 60 Jahren. Die Altersgrenzen reichten von 45-73 Jahren.

Fünf Patienten bekannten sich zu einem erheblichen Nikotinabusus. An zusätzlichen Schäden waren zu vermerken: 6mal Diabetes, 3mal Hypertonus, 3mal abgelaufene Herzinfarkte und eine respiratorische Insuffizienz mit Asthma. In diesem Zusammenhang ist auch eine histologisch bewiesene Riesenzellarteriitis im beidseitigen Subklaviaverlauf zu erwähnen, die trotz Komplikationen jetzt in beiden Armen eine gute Pulsation hat (Fall Nr. 7).

Sieben Patienten waren vor der Solcograftimplantation wegen ihrer Claudikationsbeschwerden bereits restaurativen Operationen unterzogen

worden. In 6 Fällen handelte es sich hierbei um desobliterierende Maßnahmen. Einmal, im Fall Nr. 3, mußte ein thrombosierter Venenbypass durch ein bovines Transplantat ersetzt werden.

Insgesamt wurden 3 Patienten im Stadium II und 12 im Stadium III/IV operiert. Zwölfmal handelte es sich um langstreckige Femoralisverschlüsse und einmal um eine hochgradige Stenosierung im Adduktorenkanal (Stadium II b). Bei den beidseitigen supraaortischen Operationen lagen erhebliche Störungen der Handfunktion mit beginnenden Nekrosen vor.

Es bleibt festzustellen, daß die Thrombendarteriektomie bei eleganter Durchführbarkeit und guten Abflußverhältnissen ihre Berechtigung behält. Bei kalkiger Obturation und Schwierigkeiten bei der Desobliteration ist der Venenbypass mit seinen besseren Langzeitergebnissen selbstverständlich zu befürworten. Eine Erfahrungstatsache ist jedoch, daß die autoplastische V. saphena in 15-20 % der Eingriffe nicht brauchbar ist.

Die Indikation für die Implantation des bovinen Heterotransplantates wurde im eigenen Krankengut gestellt, wenn

1. bei langstreckigen Verschlüssen eine adäquate V. saphena magna durch vorhergehende rekonstruktive Maßnahmen verbraucht war oder wenn sie in ihrer Beschaffenheit für eine erfolgreiche Transplantation nicht verwendet werden konnte,

2. bei Patienten durch kardiale oder pulmonale Insuffizienz ein erhöhtes Operationsrisiko gegeben war und man sich einen längerdauernden Eingriff ersparen wollte.

Die Auswahl der Patienten geschah unter keinen negativ selektiven Gesichtspunkten. Es kamen jedoch, wie sich aus dem prozentual größten Anteil von Patienten mit Stadium III und IV erkennen läßt, relativ häufiger solche Fälle zur Operation, bei denen von vornherein eine ungünstige Prognose bestand, um einer drohenden Amputation als ultima ratio eventuell noch erfolgreich begegnen zu können.

Die Qualität der Abflußbahn wurde nach den Kriterien von LINTON und DARLING (36) beurteilt. Sie war

gut (3 offene Unterschenkelgefäße) bei 4 Operationen
mäßig gut (2 offene Unterschenkelgefäße) bei 5 Operationen
schlecht (1 oder kein freies Unterschenkelgefäß) bei 4 Operationen.

Nicht berücksichtigt in diesèr Aufzählung sind die Abflußverhältnisse bei beiden Carotiseingriffen und im Fall der iliakofemoralen Umgehungsoperation anläßlich eines rupturierenden Aneurysmas, weil in diesem Fall keine Angiographie durchgeführt werden konnte. Festzustellen ist, daß die Abflußverhältnisse in die Hände

schlecht waren und im Falle der iliakofemoralen Überbrückung als ausreichend bezeichnet werden konnten.

Einen Überblick über sämtliche Gefäßoperationen mit Erstimplantation einer Solcograftprothese gibt Tabelle 3. Dargestellt sind neben der Bypasslokalisation die Dauer ihrer Funktionstüchtigkeit und bei Versagern auch die Versagerursache und das weitere Schicksal der Extremität.

VIII TECHNISCHE KOMPLIKATIONEN

Zum Prothesenmaterial ist zu sagen, daß es sich gut implantieren läßt, wobei allerdings die Längenbemessung zur Vermeidung von Abknickungen genau sein muß. Verdrehungen müssen bei der nicht zu bestreitenden Thrombogenität vermieden werden. Vor der distalen Anastomosierung sollte der proximale Einstrom freigegeben werden, damit die exakte Lage des pulsierend prallgefüllten Implantates überprüft werden kann (31). Zweimal war das Implantat zu kurz, so daß ein Solcograft-Stück termino-terminal angestückelt werden mußte. In einem Fall war es zu lang, so daß man die Abknickung durch Verkürzung beseitigen mußte.

Da wir prinzipiell Antikoagulantien einsetzen, mußte einmal reoperiert werden, weil eine freie Strecke des Implantates bei intakten Anastomosen spritzend blutete. Wir vermuten, daß es sich hier um den Abgang eines kleinen Gefäßes aus der Kalbsarterie gehandelt hat.

Zu bemerken ist, daß zu weite Stiche an der Anastomose bei voller pulsativer Belastung einschneiden und bluten. Mehrfach mußten kleine Teflon-Filzflicken zur Blutstillung aufgesteppt werden. Wenn die Nahtführung aus dem aufgesteppten Filzflicken in die Solcograftprothese verläuft, können neue kleine Einrisse nach Freigabe der Pulsation erlebt werden. Deshalb ist der aufzusteppende Flicken so zu wählen, daß durch den Flicken ein- und ausgestochen und Solcograft-Wand mitgefaßt wird.

In einem Fall stimmte der Durchmesser der Prothese nicht. Mit der Schublehre gemessen war er statt 8 mm exakt 13 mm.

Bei einer implantierten iliako-femoralen Prothese nach Beseitigung eines rupturierten Aneurysma (Fall Nr. 2) entwickelte sich keine technische, sondern eine eitrige Komplikation. Sofortige selektive parenterale antibiotische Therapie wurde eingeleitet und außerdem eine Spüldrainage angelegt. Die Solcograft-Prothese lag sicht- und fühlbar im Eiter frei. Die Komplikation ging trotzdem günstig aus. Die Prothese funktioniert nach 26 Wochen einwandfrei.

IX HISTOLOGIE

Bei 4 notwendig gewordenen Amputationen wurden die Implantate feingeweblich untersucht.

Verwiesen wird auf das kasuistische Kapitel und die dort gegebenen Beschreibungen (Prof. Dr. G. E. Schubert, Wuppertal). Vorausgeschickt wird, daß nur eine Prothese (Fall Nr. 8, Abb. 14 und 15) entzündliche Elemente in allen Schichten aufwies. Neben kollagenem, teils hyalinisiertem kernlosen Bindegewebe wurden noch elastische Faserbestandteile und diffuse Lymphozyten und Plasmazellinfiltrationen nachgewiesen. Die Innenschicht bestand aus hyalinisiertem kollagenen Bindegewebe, nach außen fanden sich eosinophile und polymorphkernige Leukozyteninfiltrate. Diese Prothese war mit großer Wahrscheinlichkeit nicht in einem reaktionslosen Einheilungsprozeß.

Makroskopisch war bei allen Implantaten eine gute bindegewebige Verbindung mit dem Transplantatlager festzustellen. Innen wiesen die herausgenommenen Prothesen eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Querriffelung und eine glatte braun-gelbliche Färbung auf.

Pathologischerseits (Prof. Dr. G.E. Schubert) wird die histologische Auswertung der 11 bis 13 Wochen und 31 bis 33 Wochen nach der Implantation gewonnenen Präparate durch folgende morphologische Veränderungen gekennzeichnet:

11 Wochen nach der Implantation (Abb. 23) findet sich in äußeren Wandschichten ein fibroblastenreiches Granulationsgewebe, das vom Transplantatlager ausgehend in die Prothesenwand vordringt, im Grenzgebiet hier einige neutrophile Granulozyten. Die mittleren Transplantatschichten sind ödematös aufgelockert und von einzelnen Fibroblasten sowie herdförmig von neutrophilen Granulozyten durchsetzt. Die Lumenfläche ist stellenweise von Endothelien ausgekleidet.

Nach 12 Wochen ergibt sich grundsätzlich der gleiche Befund, der Granulationsgewebswall scheint etwas weiter gegen das Lumen vorgerückt und hat einen größeren Anteil des Prothesenmaterials ersetzt. In umschriebenen Bereichen Auflagerungen balkig geronnenen Fibrins auf der Innenfläche (Abb. 24) mit mehreren Granulozyten. Zwischen den flachen thrombotischen Auflagerungen und der Prothese ein breiter Histiozytensaum. In einigen Abschnitten ist bereits die gesamte Wand der Prothese von proliferierenden Fibroblasten durchsetzt, hier hat sich eine schmale Pseudointima aus homogenisierten Fibrinauflagerungen gebildet. In umschriebenem Bereich eines Präparates ist die Prothesenwand nahe der Anastomose aneurysmatisch ausgebuchtet, das Aneurysmalumen von älteren thrombotischen Massen teilweise ausgefüllt, die Wand der Prothese erscheint hier teilweise zerstört, ist herdförmig dichter von Granulozyten infiltriert.

In der 31. Woche ist die gesamte Wanddicke in größeren Abschnitten von Fibroblasten durchsetzt (Abb. 25), deren Längsachsen nun parallel zur Oberfläche ausgerichtet sind, das Granulationsgewebe hat sich teilweise zurückgebildet, die inneren und mittleren Abschnitte der Prothesenwand sind durch ein kollagenes Fasergewebe ersetzt.

Nach 33 Wochen ist das Granulationsgewebe weitgehend geschwunden, die Gefäßwand besteht aus einem fibroblastenreichen kollagenfasrigen Bindegewebe (Abb. 26), in dem sich einige Histiozyten finden.

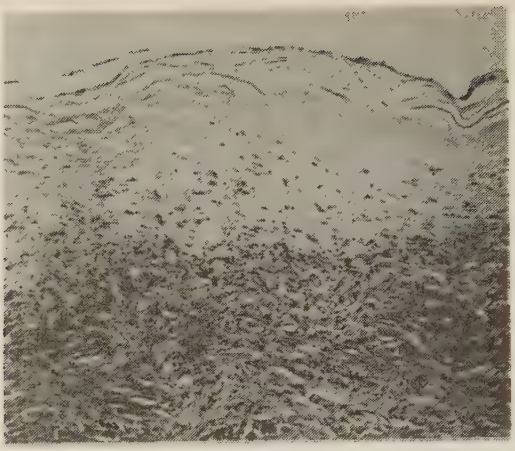


Abb. 23:
45-jähriger Mann (9386/78), Solcograft-Prothese 11 Wochen nach der Implantation: Fibroblastenreiches Granulationsgewebe in äußeren Wandschichten (untere Bildhälfte). Einzelne Fibroblasten in den ödematös aufgelockerten mittleren Transplantatschichten, HE, 94:1.

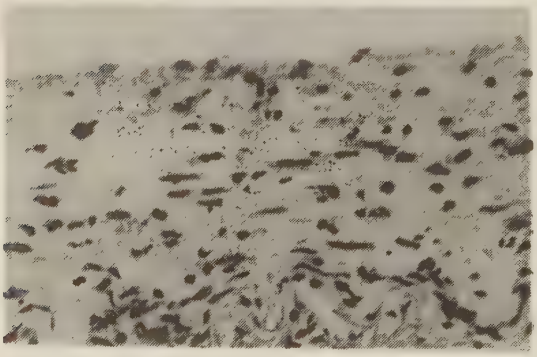


Abb. 25:
72-jähriger Mann (10425/78), Solcograft-Prothese 31 Wochen nach der Transplantation: Gesamte Wand der Prothese von Fibroblasten durchsetzt, deren Längsachsen parallel zur Oberfläche angeordnet sind, HE, 304:1.

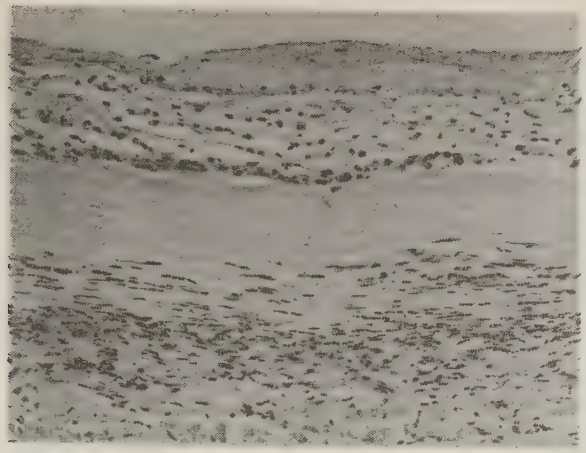


Abb. 24:
49-jähriger Mann (11889/79), Solcograft-Prothese 12 Wochen nach der Implantation: Granulationsgewebe in äußeren Wandschichten, Auflagerungen balkig geronnenen Fibrins auf der Innenfläche, zwischen Fibrinauflagerungen und Prothese ein breiter Histiozytensaum, HE, 160:1.

Abb. 26:
65-jährige Frau (10895/78), Solcograft-Prothese 33 Wochen nach der Transplantation: Schwund des Granulationsgewebes, Gefäßwand weitgehend durch fibroblastenreiches kollagenfaseriges Bindegewebe ersetzt, HE, 160:1.

Nach zeitlich unterschiedlichen Abbau- und Einwachsungsreaktionen scheinen sich parallel zur Oberfläche gerichtete Fibroblastenreaktionen unter Rückbildung des Granulationsgewebes durchzusetzen, so daß ein fibroblastenreiches kollagenfaseriges Bindegewebe die Oberhand gewinnt. Eine echte Neointima ist nicht feststellbar und auch nicht zu erwarten. Muskelzellen wurden nie gefunden.

Die Unterschiedlichkeit des biologischen Materials erhellt sich aus Abb. 23. Es handelt sich um eine frisch aus der Packung entnommene Solcograft-Prothese, die umschriebene, fleckige, weißliche Veränderungen aufwies. Histologisch stellte sich die Kollagenfaserstruktur der Prothese dar. Der umschriebene weißliche Bezirk wies histologisch feinkörnige basophile Verdichtungen auf, bei denen es sich um Kalkinkrustationen handeln könnte. Der größte Teil des makroskopisch sichtbaren Materials löste sich infolge Brüchigkeit bei der histologischen Aufarbeitung ab.

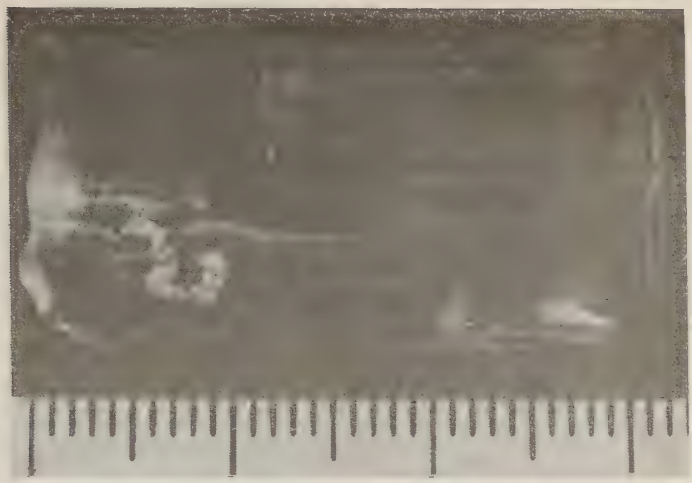


Abb. 27:
Aufgeschnittene, frisch aus der Packung entnommene Solcograft-Prothese mit fleckigen, weißlichen Auflagerungen.

Epikritisch ist es schwer, andere Aussagen zur Histologie zu machen; jedoch möchten wir aufgrund der klinischen Beobachtungen bei der Technik des Implantierens und der histologischen Befunde ein unterschiedliches Verhalten der Bioprothesen annehmen. Die biologische Wertigkeit der Kälberkarotiden ist sicherlich unterschiedlich, und bei der Steuerung der chemischen Proteolyse durch Ficin und dem Wiederaufbau des Kollagenstumpfes mit Dialdehydstärke kann mit großer Wahrscheinlichkeit keine absolut standardisierte Bioprothese resultieren. Die absolut sichere Standardisierung ist bei einem Kunststoffprodukt eher möglich. Auf ein unterschiedliches Verhalten der Bioprothesen wies auch AMGWERD (2) hin.

In diesem Zusammenhang ist auch die Tatsache bemerkenswert, daß bei der mikroskopischen Untersuchung in mindestens drei Prothesen noch Reste elastischer Fasern nachgewiesen werden konnten. Es handelte sich dabei um die beiden Bioprothesen mit der kürzesten Verweildauer und um das kurze Solcograftstück, das als Patch verwendet werden sollte und die o.g. weißlichen Auflagerungen aufwies. Dieser Befund wird in Abb. 28 dokumentiert. Inwieweit solche Reste elastischen Fasermaterials eine antigene Wirkung besitzen, läßt sich nicht entscheiden. Diese Beobachtung erhärtet lediglich die Aussage, daß eine optimale Standardisierung und die gewünschte Zielsetzung einer reinen Kollagenprothese nicht in jedem Fall realisierbar ist.

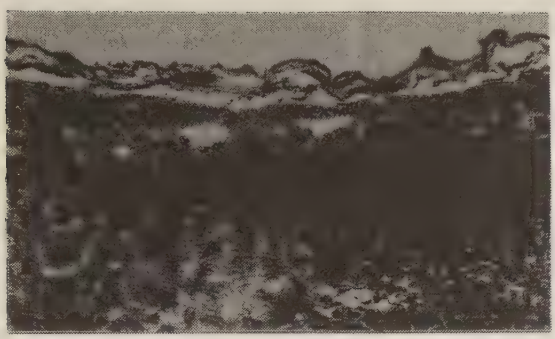


Abb. 28:
Solcograft-Prothese 12 Wochen nach der Implantation. Reste elastischer Fasern innerhalb der Prothese, Elastica van Gieson, 400:1, E 11889/79 I b.

X RESULTATE

Alle Patienten wurden nach ihrer stationären Entlassung in zunächst regelmäßigen und später je nach ihrem Befinden in mehr oder weniger unregelmäßigen Abständen kontrolluntersucht. Eine Bewertung der Funktionstüchtigkeit der Prothese stützte sich dabei auf den klinischen Palpationsbefund der Extremitätspulse und auf das Bild im Oszillo- und Rheogramm.

Dargestellt sind die Resultate in Tab. 3.

Es ereigneten sich zwei Todesfälle bei funktionierender Prothese, die weder mit Indikation, Prothesenmaterial noch peripherem Gefäßverschluß etwas zu tun hatten. Ein Asthmatiker mit Atem-insuffizienz (Fall Nr. 10) starb sieben Wochen nach der Operation infolge spät aufgetretener pulmonaler Komplikationen. Im Fall Nr. 3 verstarb die Patientin trotz aller Bemühungen neun Monate nach der Implantation infolge eines apoplektischen Insultes.

An eigentlichen Komplikationen wurden drei Rethrombosierungen erlebt, die einmal mit einem klinisch nicht manifesten kleinen Nahtaneurysma kombiniert waren. Die kleine Zahl berechtigt nicht, die Thrombogenität der Solcograft-Prothese hierfür verantwortlich zu machen. In diesen Fällen hatten zwei Patienten ein Stadium IV und ein Kranker ein Stadium III. Zweimal war

nur eine Abflußarterie offen und einmal zwei Abflußarterien.

Zu erwähnen bleibt die Patientin (Fall Nr. 7) mit ihrer Riesenzellarteriitis und einem beidseitigen Solcograft-Bypass von der A. carotis zur A. brachialis. Rechtsseitig entwickelte sich an der Karotisanastomose ein Nahtaneurysma mit Thrombose. Es wurde nochmals ein Solcograftstück als Ersatz implantiert. Wegen Blutung wurde die Solcograft-Prothese entfernt und die lädierte Karotis durch eine Weavenitprothese ersetzt. Da Kollateralen die Peripherie speisten, war das Endergebnis dauerhaft gut.

Tab. 3: Zusammenstellung der Solcograft-Implantate

Zahl	Lokalisation	Funktions-tüchtig (Dauer)	Versager	Ursache	Schicksal der Extremität
2	Carotis-femoralis	1 (18 Mo.)	1 (19 Tg.)	Aneurysma + Thrombose + Nahtinsuffizienz bei Riesenzell-arteriitis	nach Resektion guter Puls über Kollaterale
1	Iliako-femoral	1 (26 Mo.)	- -- -	- -- -	--------
10	Femoro-popliteal	7 (8-19 Mo.) (o-14 Mo.)	3 (3-7 Mo.)	3 Thrombosen 1 zusätzliches Aneurysma	3 Amputationen
2	Femoro-popliteal 3. Drittel	2(12-36 Mo.)	- -- -	- -- -	--------
1	Femoro-femoral	1 (16 Mo.)	- -- -	- -- -	--------

Trotz ungünstiger Ausgangssituation des operierten Krankengutes waren zwölf Erfolge zu verzeichnen. Eine Prothese funktioniert mittlerweile 36 Monate (Fall Nr. 1).

Die thrombotischen Komplikationen sind innerhalb von fünf Wochen bis zu sieben Monate eingetreten. Alle anderen Prothesenträger sind intakt.

Vergleiche mit den Ergebnissen anderer Autoren sind nur mit kritischer Zurückhaltung durchzuführen. Solange man das jeweilige Krankengut und die jeweilige Operationstechnik keinen einheitlichen Normen und Beurteilungskriterien unterwerfen kann, fehlen Grundlage und Berechtigung für eine exakte vergleichende Gegenüberstellung. Die Aussage klinischer Untersuchungen gerade mit geringeren Stichzahlen kann sich deshalb nur auf tendenzielle Wertungen des zu beobachtenden Sachverhaltes beschränken, die aber dessen ungeachtet wertvolle Hinweise und Schlußfolgerungen ermöglichen.

Zum Vergleich wird die kumulative Rate der Funktionstüchtigkeit von AMGWERD (2)zitiert. Bei 34 Solcograft-Implantationen funktionierten nach 30 Tagen 85 %, nach sechs Monaten 73 % und nach 7-42 Monaten noch 61 %. Dieser Autor hatte 45 % thrombotische Verschlüsse aufzuweisen, die teils durch Zweitoperationen wieder beseitigt wurden. Ruptur und Aneurysma waren je einmal vorgekommen. SCHLOSSER und Mitarb. (55,57) erlebten bei 52

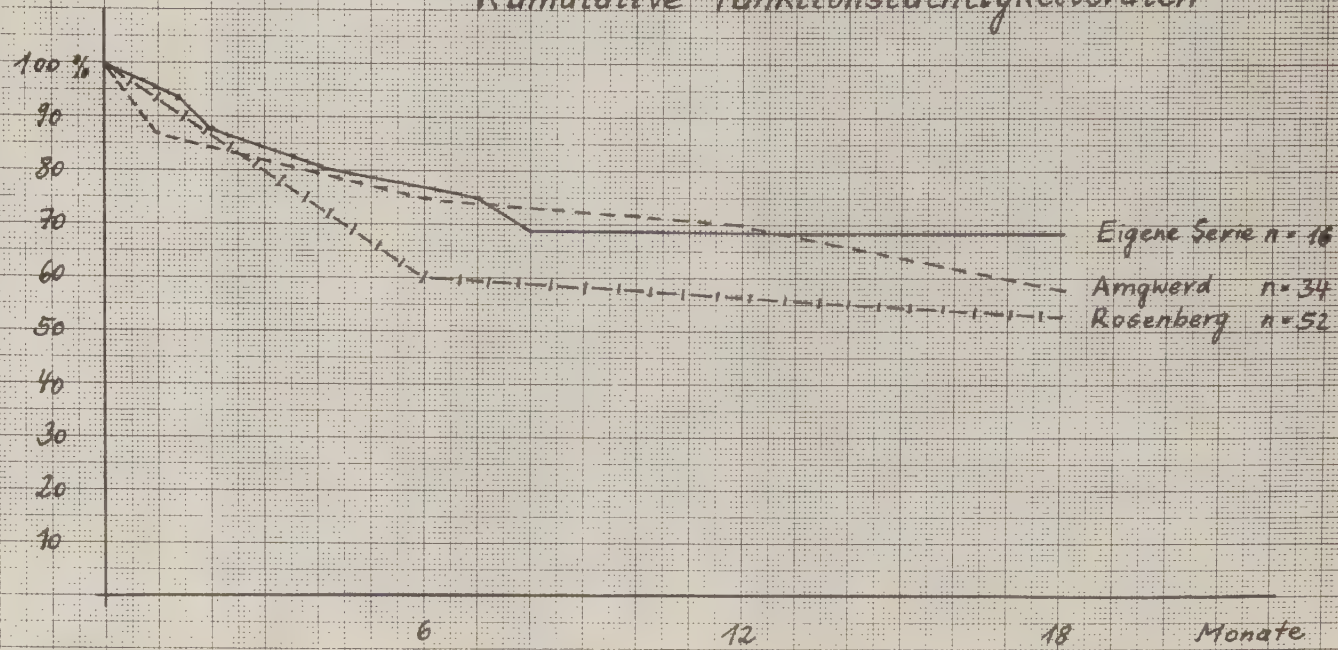
implantierten Solcograft-Prothesen neun Rethrombosierungen, drei Perforationsblutungen und drei Aneurysmen als Frühkomplikationen im ersten postoperativen Jahr (17 %). Bis zu 19 Monaten nach dem Ersteingriff wurden noch drei Verschlüsse beobachtet. 70 % waren weiterhin funktionstüchtig.

Die graphische Darstellung in Abb. 29 orientiert über die kumulativen Funktionstüchtigkeitsraten dieser Autoren im Vergleich zur eigenen. Daraus wird ersichtlich, daß die eigenen Ergebnisse mit denen von AMGWERD und SCHLOSSER annähernd übereinstimmen. Zu fürchten ist die frühe Thrombosierung, Perforationsblutung und Aneurysmabildung (25 %, 30 %, 27 %). Über Spätresultate nach über fünf Jahren ist noch kein Überblick zu gewinnen.
Die Thrombose wird in der Literatur als die häufigste Komplikation angegeben. CUTLER und Mitarb. (12) fanden an 32 implantierten femoropoplitealen bovinen Gefäßprothesen in 14 Fällen, HAIMOV und Mitarb. (23, 27) an 32 bovinen femoro-poplitealen Gefäßprothesen in 17 Fällen und ROSENBERG und Mitarb. (50, 51) an 61 femoropoplitealen Gefäßprothesen in 13 Fällen eine Thrombose.

Die Kurzzeitergebnisse amerikanischer Autoren, die mit der nach ROSENBERG modifizierten Prothese arbeiten, lassen unterschiedliche Auffassungen erkennen. KESHISHIAN (30, 50) ROSENBERG (50, 51) und WELCH (77) befürworten

Abb. 23 :

Kumulative Funktionstüchtigkeitsraten



die weitere Anwendung des modifizierten Heterografts im femoro-poplitealen Bereich, während z.B. DALE (14), HAIMOV (23) und JAKOBSON (27) von einer Verwendung in diesem Gefäßabschnitt wegen ihrer Thromboseneigung und Aneurysmabildung abraten.

Die verbesserte Solcograft-Prothese, die zu Beginn ihrer klinischen Erprobung nahezu eine uneingeschränkte Zustimmung fand (26, 29, 40, 56, 60, 66, 69, 76), erfährt heute ebenfalls eine distanzierte Betrachtung (45, 48, 53, 54, 70, 72, 79, 80). Vereinzelt liegt die Beobachtung vor, daß bovine Heterotransplantate im Laufe der Zeit erhebliche radiologische Veränderungen durchmachen (2). Ein glatt konturiertes Implantat wies 2 1/2 Jahre nach der Implantation perlschnurartige Konturen mit Stenosen und Aneurysmen auf. Solche Veränderungen des Biografts sind einerseits in der Herstellung, wahrscheinlich aber auch im Verhalten des Wirtsorganismus begründet. Die mechanische Bearbeitung und ein nicht vollständig beherrschbarer Proteolysevorgang ermöglichen gewisse Abweichungen in der Standardisierung. Hinzu kommt ein unterschiedliches Inkorporierungsverhalten im Empfängerlager. Die Prothese erfährt dadurch eine nicht einheitliche Stabilität, wie sie etwa eine autologe Vene bietet oder eine Kunststoffprothese.

Die Solcograft-Prothese hat sich in unserem Krankengut bewährt. Die geschilderten histologisch und radiologisch erfaßten Mängel und Unsicherheitsfaktoren unterwerfen sie jedoch einer

strengen Indikationsstellung. Bei Kranken, deren Lebenserwartung vom Grundleiden her begrenzt ist, eignet sie sich ohne Bedenken als Bypassmethode im femoro-poplitealen Gefäßabschnitt.

An dieser Stelle sei noch bemerkt, daß bei 21 Patienten nach Thrombendarteriektomien zum Verschluß der Inzisionen 27 Solcograft-Flicken in die Arterieninzisionen statt des früher verwandten autoplastischen Venenmaterials eingenäht wurden. Diese Flicken wurden vorwiegend im distalen Verlauf der A. femoralis verwandt. Vorteilhaft ist, daß keine eventuell später benötigte V. saphena geopfert wird. Komplikationen haben sich nicht ergeben. Histologische Befunde liegen nicht vor. Zwei Solcograft-Flicken wurden bei Zweitoperationen operativ freigelegt, als mit Erfolg GORE-TEX-Prothesen eingesetzt wurden. Sie waren makroskopisch gut eingeheilt und in der Kontinuität der aus den Verwachsungen befreiten Arterie nur durch das noch sichtbare Nahtmaterial zu erkennen.

Die Tabelle 4 faßt das Krankengut dokumentarisch zusammen als Grundlage eventuell späterer Wertungen.

Tab. 4: Zusammenstellung aller 21 Solcograftflicken

Name	Archiv-Nr.	Alter	Op.-Datum	Zahl der Flicken	Lokalisation
M.S.	7711046	65	03.06.77	2	Profundagabel re Poplitea re.
H.H.	7710873	65	06.06.77	2	Profundagabel re Poplitea re.
E.B.	7711254	65	16.06.77	1	Poplitea re.
K.B.	7710792	51	01.07.77 09.08.77	2	Karotisgabel bds
J.G.	7711475	75	19.07.77	1	Poplitea re.
E.V.	7711464	70	22.07.77	1	Poplitea li.
E.D.	7711672	66	22.08.77	1	Poplitea li.
K.S.	7712130	72	24.10.77	1	Profundagabel li
A.M.	7712450	56	12.12.77	1	Karotisgabel re.
H.S.	7810152	62	30.01.78	1	Profundagabel re
H.Th.	7810723	48	25.04.78	3	Profundagabel li Poplitea bds.
H.Sch.	7812127	59	27.10.78	2	Profundagabel re Poplitea re.
L.Sch.	7812602	58	12.12.78	1	Poplitea li.
I.S.	7812611	58	29.01.79	1	Karotisgabel re.
H.M.	7910570	53	29.03.79	1	Poplitea li.
E.C.	7911065	61	29.05.79	1	Profundagabel re
W.R.	7911202	48	18.06.79	1	Poplitea li.
P.P.	7911472	69	23.07.79	1	Profundagabel li
U.B.	7911471	58	24.07.79	1	Poplitea li.
K-J.S.	7911530	73	06.08.79	1	Profundagabel li
E.F.	7911592	90	08.06.79	1	Poplitea li.

XI ZUSAMMENFASSUNG

Nach allgemeinen einleitenden Bemerkungen wird die geschichtliche Entwicklung des heterologen Gefäßersatzes dargestellt und auf morphologische und immunologische Probleme des bovinen heteroplastischen Arterienersatzes durch Solcograft-Prothesen eingegangen, deren Herstellung genau beschrieben wird.

Als Kernstück dieser Arbeit werden 15 Patienten, denen 20 solcher Bioprothesen hauptsächlich im femoro-poplitealen Abschnitt eingepflanzt wurden, kasuistisch genau abgehandelt.

Bei vier notwendig gewordenen Amputationen konnten histologische Untersuchungen durchgeführt werden, die deskriptiv und histologisch festgehalten worden sind.

Eine immunologische Abwehrreaktion mit Lymphozyten- und Plasmazellinfiltrationen ist nicht zu leugnen. Makroskopisch und histologisch ergab sich eine gute Verbindung und Inkorporierung im Transplantatlager. Nach zeitlich unterschiedlichen Einwachsungsreaktionen scheint sich eine parallel zur Oberfläche gerichtete, sämtliche Wandschichten erfassende Fibroblasteneinsprossung unter Rückbildung von Granulationsgewebe im Kollagenschlauch durchzusetzen, so daß ein fibroblastenreiches kollagenes Bindegewebe die Oberhand gewinnt. Eine echte Neointima wurde nicht festgestellt.

Die Diskussion technischer und thrombotischer Komplikationen und der feingeweblichen Befunde erlaubt den Schluß, daß die Bioprothesen von unterschiedlicher Qualität sind. Mit 25-30 % Frühkomplikationen (Thrombosen, Blutung, Aneurysma) ist zu rechnen. Eine gut eingeheilte Prothese bleibt in 60-70 % der Fälle offen. Spätresultate liegen nicht vor.

Die Solcograft-Prothese sollte nur unter strengster Indikation Verwendung finden. Wegen der Thrombogenität des Implantates ist eine Daueranti-koagulation notwendig. Die Praktizierbarkeit der Solcograft-Prothese ist bewiesen. Über das zukünftige Schicksal dieses heterologen bovinen Gefäßersatzes wird der Vergleich mit den nunmehr erhältlichen alloplastischen expanded PTFE-Prothesen (GORE-TEX, Impra) entscheiden.

XII LITERATURVERZEICHNIS

1. AMGWERD, R.F.
   SEGE, D.
   Unsere ersten klinischen Erfahrungen mit chemisch modifizierten heteroplastischen Arterientransplantaten aus Rinder- und Kalbskarotiden. Schweiz. med. Wschr. 105 (1975), 522.

2. AMGWERD, R.
   Arterienersatz durch heterologe Rinderkarotis. Aus G. Heberer: Aktuelle Fragen der rekonstruktiven Gefäßchirurgie, perimed-Verlag, Erlangen 1979.

3. BECKER, H.M.
   WITTE, J.
   Konservierte menschliche Nabelschnurvene (Dardik-Bioprothese). Ein neues Prinzip zum Ersatz kleinlumiger Arterien. Aus G. Heberer: Aktuelle Fragen der rekonstruktiven Gefäßchirurgie, perimed-Verlag, Erlangen 1979.

4. BLUMENBERG, R.M.
   GELFAND, M.L.
   Failure of knitted dacron as an arterial prosthesis. Surgery 81 (1977), 493.

5. BROOK, W.
   A historical review of the histology of patent autogenous vein grafts and vein patches. J. Cardiovasc. Surg., 16 (1975), 45.

6. BURBRIDGE, G.E.
BIGGERS, J.A.
REMMERS, A.R.
LINDLEY, J.D.
SARLES, H.E.
FISH, J.C.
Late complications and results of bovine xenografts. Trans. Amer. Soc. Artif. Int. Organs. 22 (1976), 377.

7. BUXTON, B.
WUKASCH, D.
MARTIN, C.
LIEBIG, W.
HALLMAN, G.
COOLEY, D.
Practical considerations in fabric vascular grafts. The Amer. J. of Surg. 125, (1973), 288.

8. CAMPBELL, C.D.
BROOKS, D.H.
WEBSTER, M.W.
BAHNSEN, H.T.
The use of expanded microporous polytetra-fluoroethylene for limb salvage. A preliminary report. Surgery 79 (1976), 485.

9. CARREL, A.
GUTHRIE, C.C.
Uniterminal and biterminal venous transplantations. Surg. Gynec. Obstet. Z (1906), 266.

10. CHRISTENSEN, J.
EKLÖF, B.
Synthetic arterial grafts. Scand. J. Thor. Cardiovasc. Surg. 11 (1977), 37.

11. CREECH, O.
DE BAKEY, M.E.
SELF, M.
HALPERT, B.
The fate of heterologous arterial grafts: an experimental study. Surgery 36 (1954), 431.

12. CUTLER, B.S.
THOMPSON, J.E.
PATMAN, D.
PRESSON, A.V.
MANFREDI, P.D.
The modified bovine arterial graft: A clinical study. Surgery 76 (1974), 963.

13. DALE, W.
LEWIS, M.R.
Modified bovine heterografts for arterial replacement. Ann. Surg. 169 (1969), 927.

14. DALE, A.
The beginnings of vascular surgery. Surgery 76 (1974), 849.

15. DARDIK, H.
DARDIK, I.
Successful arterial substitution with modified human umbilical vein. Ann. Surg. 183 (1976), 252.

16. DE BAKEY, M.E.
Indikation und Spätergebnisse des alloplastischen Gefäßersatzes. Langenbecks Arch. klin. Chir. 298 (1961), 294.

17. DE FALCO, R.J.
Immunologic studies of untreated and chemically modified bovine carotid arteries. J. Surg. Res. 10 (1970), 95.

18. DE TAKATS, G.
THOMPSON, I.D.
DOLOWY, W.C.
Bovine arterial grafts: An experimental study. Ann. Surg. 150 (1959), 1017.

19. DE WECK, A.L.
JAEGER, U.
Immunologische Untersuchungen mit dem bovinen Heterograft. In P. Walter u. H. Schmitz: Der heterologe Gefäßersatz. Editio Cantor Aulendorf, 1976.

20. EDWARDS, W.St.
Arterial grafts: Past, present and future, Arch. Surg. 113 (1978), 1225.

21. GALL, F.P.
SEYBOLD-EPTING, W.
HÖFLER, H.H.
Spätergebnisse der Venentransplantation beim Oberschenkelarterienverschluß. Thoraxchirurgie 21 (1973), 377.

22. HAGMÜLLER, G.
DENCK, H.
Erste Ergebnisse heterologer Arterientransplantate. In P. Walter und H. Schmitz: Der heterologe Gefäßersatz. Editio Cantor Aulendorf, 1976.

23. HAIMON, M.
JACOBSON, J.H.
Experience with the modified bovine arterial heterograft in peripheral vascular reconstruction and vascular access for hemodialysis. Ann. Surg. 180 (1974), 291.

24. HAMANN, H.
VOLLMAR, J.
Expanded PTFE-Gefäßprothesen - ein neuer Weg des Arterien- und Venenersatzes? Der Chirurg 50 (1979), 249.

25. HEYDEN, S. "Bewußter essen." 2. Auflage 1973, Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich.

26. HORSCH, S.
PICHLMAIER, H.
WALTER, P.
LANDES, Th. Heterologer Gefäßersatz von Beckenvenen und infrarenaler Vena cava inferior im Tierexperiment. Langenbecks Arch. Chir. 344 (1978), 225.

27. JAKOBSON, J.H.
HAIMOV, M. The modified bovine carotid artery as a vascular substitute in man. Israel, J. Med. Sci. 11 (1975), 287.

28. JAMIESON, G.G.
DE WEESE, J.A.
ROB, C.G. Infected arterial grafts. Ann. Surg. 181 (1975), 850.

29. KEMKES, B.M.
BECKER, H.M. Der AV-Shunt zur chronischen Hämodialyse mit Rinderkarotis-Interponat. Herz/Kreislauf 7 (1975), 642.

30. KESHISHIAN, J.M.
SMYTH, N.P.
ADKINS, P.C.
CAMP, F.
YAHR, W.Z.
HILL, L. Clinical experience with the modified bovine arterial heterograft. J. Cardiovas. Surg. 6 (1971), 433.

31. KESHISHIAN, J.M.
ADKINS, P.C.
CAMP, F.
YAHR, W.Z. Surgical techniques using the bovine arterial graft. Surg. Gynec. Obstet. 133 (1971), 268.

32. KIMOTO, S.
SUGIE, S.
TSUNODA, M.
Experimental and clinical study on arterial homo- and heterografts preserved in alkohol. Arch. Surg. 69 (1954), 549.

33. KRITCHEVSKY, D.
Risk factors and diet in the development of Atherosclerosis. Aus J. Najavian und J. Delaney: Vascular Surgery, Thieme Stuttgart, 1978.

34. KUNLIN, J.
Le traitement de I'ischemie arterique obliterante par la greffe veineuse longue. Arch. Mal. Coeur 42 (1949), 371.

35. LINDER, F.
VOLLMAR, J.
SCHMITZ, W.
Klinische Erfahrungen bei 350 alloplastischen Gefäßersatzoperationen. Dtsch. med. Wschr. 88 (1963), 766.

36. LINTON, R.R.
DARLING, C.R.
Autogenous saphenous vein by-pass grafts in femoro-popliteal obliterative arterial disease. Surgery 51 (1962), 62.

37. LOOSE, K.E.
Indikation und Leistungsbreite der Sympathektomie bei chron. arteriellen Verschlußkrankheiten der unteren Extremitäten. Chirurg 38 (1967), 494.

38. LORD, J.W.
SANDRANAGANI, B.
BAJWA, G.
ROSSI, G.
New technique for construction of composite dacron vein grafts for femoro-distal popliteal bypass in the severely ischemic leg. Ann. Surg. 181 (1975), 670.

39. MAVOR, G.E.
KRUKOWSKI, Z.H.
MILLAR, D.G.
KASENALLY, A.
WOODRUFF, P.
The long term behaviour of autogenous vein by-pass grafts. J. Cardiovas. Surg. 16 (1975), 130.

40. MÄRZ, E.
Erste Erfahrungen mit dem heterologen Gefäßersatz bovinen Ursprungs. In P. Walter und H. Schmitz: Der heterologe Gefäßersatz. Editio Cantor Aulendorf, 1976.

41. MIYATA, K.
AMANO, I.
YAMAGUCHI, K.
OHTA, K.
OHTA, Y.
KOBAYASHI, K.
IWAI, I.
Preparation of a new heterologous arteriograft: its physical properties and clinical application, Trans. Ann. Soc. Artif. Intern. Organs 23 (1977), 277.

42. MÜLLER-WIEFEL, H.
Rekonstruktive Arterienchirurgie bei chronischen Verschlußprozessen. Hippokrates 42 (1971), 301.

43. PERRY, M.O.
Early failure of dacron prosthetic grafts. J. Cardiovas. Surg., 16 (1975), 318.

44. RAITHEL, D.
Alloplastischer Gefäßersatz mit einer neuartigen Prothese. Erste klinische Erfahrungen. Münch. Med. Wschr. 120 (1978), 135.

45. RAITHEL, D. Frühergebnisse bei Verschlußkrankheiten der unteren Extremitäten. In G. Heberer: Aktuelle Fragen der rekonstruktiven Gefäßchirurgie, perimed-Verlag, Erlangen 1979.

46. RATSCHOW, M. Angiologie, Thieme, Stuttgart.

47. ROB, C.G. A history of arterial surgery. Aus J. Najarian und J. Delaney: Vascular Surgery, Thieme, Stuttgart, 1978.

48. ROB, C.G. Alternatives to be used when the saphenous vein is not available. Aus J. Najarian und J. Delaney: Vascular Surgery, Thieme, Stuttgart, 1978.

49. ROSENBERG, N.
GAUGHRAN, E.R.L.
HENDERSON, J.
LORD, G.H.
DOUGLAS, J.F. The use of arterial implants prepared by enzymatic modification of heterologous blood vessels. Surg. Forum 6 (1956), 242.

50. ROSENBERG, N.
MARTINEZ, A.
SAWYER, P.N.
WESOLOWSKI, S.A.
POSTLETHWAIT, R.W.
DILLON, M.L. Tanned collagen arterial prosthesis of bovine carotid origin in man. Ann. Surg. 164 (1966), 247.

51. ROSENBERG, N.
THOMPSON, J.E.
KESHISHIAN, J.M.
VANDERWERF, B.A. The modified bovine arterial graft: A panel by correspondence. Arch. Surg. 111 (1976), 222.

52. SAUVAGE, L.R.
BERGER, K.E.
WOOD, S.J.
NAKAGAWA, Y.
MANSFIELD, P.B.
An external velour surface for porous arterial prostheses. Surgery 70 (1971), 940.

53. SAUVAGE, L.R.
BERGER, K.E.
MANSFIELD, P.B.
WOOD, St.J.
SMITH, J.C.
OVERTON, J.B.
Future directions in the development of arterial prostheses for small and medium caliber arteries Surg. North. Am. 54 (1974), 213.

54. SAWYER, P.N.
STANCZEWSKI, B.
SIVAKOFF, S.I.
LUCAS, T.
KIRSCHENBAUM, D.
Search for the ideal collagen vascular prosthesis. Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs. 23 (1977), 288.

55. SCHLOSSER, V.
SPILLNER, G.
Heterologer Arterienersatz in der rekonstruktiven Gefäßchirurgie. Dtsch. Med. W. schrift 45 (1976), 1635.

56. SCHLOSSER, V.
HERDTER, F.
SPILLNER, G.
AHMADI, A.
Neue Transplantat-Materialien in der rekonstruktiven Arterien-Chirurgie. Fortschr. Med. 15 (1977), 1012.

57. SCHLOSSER, V.
SPILLNER, G.
HERDTER, F.
WINK, K.
KELLER, U.
Die Bedeutung heterologer Implantate in der Herz- und Gefäßchirurgie. Münch. med. Wschr. 17 (1977), 583.

58. SCHMITZ, H. — Der heterologe Gefäßersatz: Eine Übersicht. Aus P. Walter und H. Schmitz: Der heterologe Gefäßersatz. Ditio Cantor Aulendorf, 1976.

59. SCHULZE-BERGMANN, G. FERNANDEZ, C. — Erfahrungen mit der unpräparierten homologen Vene bei der Rekonstruktion erkrankter und verletzter Arterien. Thoraxchirurgie 23 (1975), 468.

60. SCHULZE-BERGMANN, G. — Erfahrungen über die Verwendung der heterologen bovinen Kollagenprothese bei rekonstruktiven Arterieneingriffen. In P. Walter und H. Schmitz: Der heterologe Gefäßersatz. Editio Cantor Aulendorf, 1976.

61. SEGE, D. AMGWERD, R. — Klinische Erfahrungen mit dem bovinen Heterograft. In P. Walter und H. Schmitz: Der heterologe Gefäßersatz. Editio Cantor Aulendorf, 1976.

62. SHARF, A.G. — Experiences with the Meadox-Dardik umbilical vein biograft as a lower extremity bypass graft. Int. Surg. 63 (1978), 37.

63. SPARKS, C.H. — The grown vein forced arterial grafts; observation in long term animal grafts and clinical experience. Ann. Surg. 17 (1970), 787.

64. SPARKS, C.H. Silicon mandril method of femoro-popliteal artery bypass. Amer. Surg. 124 (1972), 244.

65. SPERLING, M. Die Problematik des arteriellen Gefäßersatzes. Med. klin. 71 (1976), 1587.

66. STANICIC, M.
GLOOR, F. Histologische Befunde an implantierten bovinen Gefäßprothesen beim Menschen. In P. Walter und H. Schmitz: Der heterologe Gefäßersatz. Editio Cantor Aulendorf, 1976.

67. SZILAGYI, D.E.
SMITH, R.F.
ELLIOT, J.P.
ALLEN, H.M. Long-term behavior of a Dacron arterial substitut. Ann. Surg. 162 (1965), 453.

68. TREDE, M.
LAUBACH, K. Operative Wiederherstellung chronisch verschlossener Arterien der unteren Gliedmaßen. Der Chirurg 44 (1973), 215.

69. VAN DONGEN, R.J. Erfahrungen mit bovinen Prothesen im femoro-poplitealen Bereich und bei Hämodialyse-Patienten. In P. Walter und H. Schmitz: Der heterologe Gefäßersatz. Editio Cantor Aulendorf, 1976.

70. VOLLMAR, J. Rekonstruktive Chirurgie der Arterien. 2. Auflage, Thieme Stuttgart, 1975.

71. VOLLMAR, J.
KRATZERT, R.
MEISSNER, H.J.
Die chirurgische Behandlung der chronischen Arterienverschlüsse im femoro-poplitealen Gefäßabschnitt. Langenbecks Arch. Klin. Chir. 302 (1963), 588.

72. VOLLMAR, J.
Aktueller Stand des Arterienersatzes. In G. Heberer: Aktuelle Fragen der rekonstruktiven Gefäßchirurgie, perimed-Verlag, Erlangen 1979.

73. VOORHEES, A.B.
JARETZKI, A.H.
BLAKEMOORE, A.H.
The use of tubes constructed from vinyon "N" cloth in bridging arterial defects. Ann. Surg. 135 (1952), 332.

74. WAIBEL, P.
Häufigkeit und Anordnung der Lokalisation arterieller Stenosen und Verschlüsse bei organischen Durchblutungsstörungen. Langenbecks Arch. Klin. Chir. 314 (1963), 189.

75. WALTER, P.
SCHMITZ, H.
Zur Morphologie des bovinen Heterografts. In: Der heterologe Gefäßersatz. Editio Cantor Aulendorf, 1976.

76. WALTER, P.
MULCH, J.
HEHRLEIN, F.W.
Klinische Erfahrungen mit einem bovinen Heterograft (A. carotis) als Gefäßersatz. In P. Walter und H. Schmitz: Der heterologe Gefäßersatz. Editio Cantor Aulendorf, 1976.

77. WELCH, E.L.
GEARY, J.E.G.
Femoro-popliteal by-pass with bovine heterografts. J. Cardiovasc. Surg. 17 (1976), 62.

78. WESOLOWSKI, S.A.
DENNIS, C.
Fundamentals of vascular grafting. Mc Graw Hill, New York, 1963.

79. WESOLOWSKI, S.A.
FRIES, C.C.
MCHAHON, J.D.
MARTINEZ, A.
Evaluation of a new vascular prosthesis with optimal specifications. Surgery 59 (1966), 40.

80. WESOLOWSKI, S.A.
Present status of prosthetic blood vessels. Mat. Med. Polona 27 (1976), 190.

81. WIDMER, L.K.
CLAUS, L.
Zur Epidemiologie des Verschlusses von Gliedmaßenarterien. Schweiz. med. Wschr. 100 (1970), 761.

82. ZEHLE, A.
EISENHARDT, H.J.
LANDES, G.
HORSCH, S.
KOVARIK, U.
Erfahrungen mit der Dacron-Doppelvelourprothese. Aus G. Heberer: Aktuelle Fragen der rekonstruktiven Gefäßchirurgie, perimed-Verlag Erlangen 1979.

Herrn Prof. Dr. med. W. Irmer danke ich für die Überlassung des Themas und die jederzeit hilfreich gewährte Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

In gleicher Weise gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. med. E. Hoffmann, der sich nach dem Tod von Prof. W. Irmer freundlicherweise bereit erklärte, die weitere Betreuung der Arbeit zu übernehmen.

Herrn Prof. Dr. med. G.E. Schubert danke ich für die Erstellung der histologischen Begutachtungen, ebenso Frau G.-G. Schmitz für ihre Mühe bei der fotografischen Abbildung der histologischen und makroskopischen Präparate.

L e b e n s l a u f

Am 20.05.1948 wurde ich als zweitältestes Kind des Metallarbeiters Heinrich Theßeling und seiner Ehefrau Maria, geb. Gevers in Gescher/Westf. geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule und Realschule in Gescher bestand ich im Mai 1968 das Abitur am Staatl. Gymnasium in Coesfeld. Nach einem halben Jahr Bundeswehrdienst erhielt ich meine Anerkennung als Wehrdienstverweigerer und arbeitete anschließend ein Jahr als Hilfspfleger im "Hausemannstift" in Dortmund-Mengede. Unmittelbar danach begann ich 1970 mit dem Studium der Humanmedizin an der Freien Universität in Berlin, das ich nach dem Physikum im Frühjahr 1973 an der Universität Düsseldorf fortsetzte und mit dem Staatsexamen im Juni 1976 beendete. Die Ausbildung als Medizinalassistent leistete ich im St. Josef Krankenhaus in Haan/Rhld., meine Approbation erhielt ich im August 1977.

Seit dem 15. April 1978 bin ich als Assistenzarzt bei den Kliniken St. Antonius, Marienheim in Wuppertal beschäftigt.